AUS DER UNIVERSITÄTS-HAUTPOLIKLINIK ZIEGELSTRASSE
UND DEM INSTITUT FÜR ERNÄHRUNGSLEHRE, BERLIN,
Leiter: Prof. Dr. Bommer

Zur Frage der Verwendung von Sojabohnen in der Volksernährung

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des Medizinischen Doktorgrades
an der
Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Berlin
vorgelegt von

Max Kannegiesser
aus
Zarizyno bei Moskau

Tag der Promotion: 3. Juni 1940

M 96

AUS DER UNIVERSITÄTS-HAUTPOLIKLINIK ZIEGELSTRASSE
UND DEM INSTITUT FÜR ERNÄHRUNGSLEHRE, BERLIN,
Leiter: Prof. Dr. Bommer

Zur Frage der Verwendung von Sojabohnen in der Volksernährung

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des Medizinischen Doktorgrades
an der
Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Berlin
vorgelegt von

Max Kannegiesser
aus
Zarizyno bei Moskau

Tag der Promotion: 3. Juni 1940

Druck: Graphische Kunstanstalt Albert Frisch, Berlin W 35, Lützowstraße 64/66

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan:	Professor Dr. Kreuz
Referent:	Professor Dr. Bommer
Korreferent:	Professor Dr. Frieboes

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinem Vater gewidmet

I. Das Schrifttum über die Sojabohne

Die erste wissenschaftliche Arbeit über die Sojabohne stammt von Engelbert Kaempfer (1), der 1691—1692 auf einer Forschungsreise in Japan die dort angebaute Pflanze sowie deren Rolle in der japanischen Volksernährung als erster an Ort und Stelle kennenlernte und beschrieb.

Ihm folgte der englische Botaniker Dale im Jahre 1705; und 1737 erwähnt Linné erstmalig die Sojabohne, die er unter dem Namen Glycine Soja an seine klassischen „Species plantarum" (1753) einreiht.

1794 beschrieb Konrad Moench (2) die Pflanze und gab ihr den Namen Soja hispida. Aus beiden Bezeichnungen — Glycine Soja L. und Soja hispida Moench — ist der offizielle botanische Name der Sojabohne Glycine hispida (Maximovicz) alsdann hervorgegangen.

De Candolle (3) (1825) gibt als erster neben einer ausführlichen Beschreibung der Sojabohne und ihrer Verbreitungsgebiete Hinweise auf den hohen Nährwert ihrer Samen und ihrer Überlegenheit den anderen Leguminosen gegenüber. Ihm folgen (nach Honcamp) (4) Franchet und Savatier, Maximowicz, Ditmar, Roxburgh als Botaniker, Williamson und Richthofen als Reisende, ohne jedoch auf die gegebene ernährungsphysiologische Anregung de Candolles einzugehen.

Erst durch Friedrich Haberlandt (5) (6) (1977—1878) wird das Interesse auf die Sojabohne als hervorragenden Nahrungseiweiß- und Fetträger und auf ihre Bedeutung für die europäische Ernährung auf Grund eigener Versuche eindringlich hingelenkt.

Von da ab wächst das Schrifttum über die Sojabohne rasch an, so daß Ferrée (7) in seiner kurzen Monographie von 1929 die Zahl der in den letzten 50 Jahren erschienenen Veröffentlichungen über die Sojabohne auf über 1300 schätzt. Die Mehrzahl von ihnen,

soweit sie nicht dem Studium von Einzelfragen gewidmet sind, nimmt die Anregung Haberlandts auf, und besonders in und seit dem Weltkrieg werden in Deutschland die Möglichkeiten einer Einführung der Sojabohne in die Volksernährung immer wieder erörtert. Von größeren monographieartigen Werken unter dieser großen Zahl seien die von Honkamp (8), Kempski (9) und Piper und Morse (10) genannt. Ferner sei auf das Kapitel „Rohstoff Sojabohne" des Buches „Rohstoffragen der deutschen Volksernährung" von W. Ziegelmayer (11) hingewiesen.

Auf andere einschlägige Arbeiten wird im folgenden eingegangen werden. Zunächst sei ein kurzer Überblick über die geographische und botanische Herkunft der Sojabohne sowie ihre landwirtschaftlichen und ernährungsphysiologischen Eigenschaften gegeben.

Als eigentliches Stammland der Sojabohne ist China anzusehen. Hier ist das Alter ihres Anbaus durch eine Urkunde aus dem Jahre 2838 v. Chr. belegt; in einer im Original erhaltenen Handschrift Ben Tsao Gan Mu (= „The ancient materia medica") nach der Übersetzung von A. A. Horvath (12) erwähnt der Kaiser Shen Nung die Sojabohne als eine unter den schon damals uralten fünf heiligen Pflanzen im chinesischen Ackerbau. Von China aus ist der Sojaanbau schon früh über die Mandschurei nach Japan, nach Indien und den malayischen Inseln und im vorigen Jahrhundert allmählich bis nach Südafrika, Nordamerika und Südeuropa vorgedrungen.*) Das Hauptausfuhrland ist aber seit Jahrzehnten die Mandschurei, von wo die Bohnen ihren Weg in die ganze Welt nehmen.

Die botanische Abstammung der Sojabohne geht zurück auf die noch heute in den Amurländern wild vorkommende Leguminose Glycine Soja (Sieb. et Zucc.) sive Dolichos Soja (L.) sive Phaseolus hispidus (Oken) sive Soja japonica (Savi), die mit der 1794 von Konrad Moench beschriebenen Soja hispida identisch ist. Daraus ist durch jahrtausendalte Kultur allmählich jene Pflanze entstanden — Glycine hispida (Max.), — die heute im engeren Sinne unter „Sojabohne" zu verstehen ist.

*) Die Anbauversuche der Sojabohne in Deutschland befinden sich z. Zt. noch im Versuchsstadium. Sie werden vom Reichsnährstand überwacht und gefördert.

Die Sojabohne als Kulturpflanze

Die Sojabohne tritt nach E. O. Harz (13) in zwei großen Rassengruppen auf, als Soja platycarpa mit abgeflachten, als Soja tumida mit gedunsenen Früchten. Letztere läßt sich in acht Hauptgruppen mit zahlreichen Varietäten, die in die hunderte gehen, aufteilen. Am meisten sieht man die gelbe Sorte, nicht selten auch eine braune oder schwarze. Es gibt aber auch olivfarbene, violette, gesprenkelte, hellgelbe, grüngelbe, gelbbraune usw., wobei jedoch das „Fleisch" der Bohne stets von hellgelber Farbe bleibt.

Wie alle Leguminosen, gehört auch die Sojabohne zu den Schmetterlingsblütlern. Sie wächst in aufrechten, manchmal auch liegenden Stauden, die äußerlich ziemlich an unsere Buschbohnen erinnern, jedoch meist 80 bis 100 cm, manchmal auch noch mehr, an Höhe erreichen. Ihre klimatischen Ansprüche sind im allgemeinen die des Maises, sie ist aber außerordentlich dauerhaft, auch gegen Frost, und empfindlich nur gegen zuviel Feuchtigkeit (Ad. Schneider, 14); sie wird daher auf nicht bewässertem Lande, gelegentlich auf trockengelegten Reisfeldern, gebaut. Ihre Ansprüche an den Boden gleichen nach Fesca (15) denen der übrigen Leguminosen. Da die Keimung nur bei Temperaturen über 10° C stattfindet, geschieht die Aussaat erst, wenn dies Monatsmittel erreicht ist, so z. B. in Südjapan nicht vor April, in Nordjapan nicht vor Mai. Die blaßlila Blüten erscheinen im Juni/Juli. Die meist 2 bis 5 Samen enthaltenden Schoten sind rauhhaarig (S. hispida!), 3 bis 6 cm lang und gelangen im Juli bzw. September zur Reife, so daß die Ernte in diesen Gegenden auf Juli bis August bzw. September bis Oktober fällt. Sie geschieht in der Weise, daß die Sträucher samt Wurzel ausgezogen und zum Trocknen auf kleine Haufen gelegt werden. Das Dreschen wird mit Flegeln ausgeführt. Die Bohne fällt nicht leicht aus und verträgt Fröste bis zu minus 4° C. Die Körner sind nicht ganz kugelig, eher länglich, sehen aber doch den Erbsen ähnlich. Als durchschnittliche Ernteerträge gibt Fesca 1000 kg Körner pro Hektar an, doch werden Erträge von 2000 kg und mehr nicht selten erreicht, was für eine Pflanze von dieser Anspruchslosigkeit eine außerordentlich hohe Ertragsfähigkeit darstellt. Nimmt man noch die bequeme Art des

Ernteprozesses und den noch zu besprechenden hohen Gehalt der Körner an Nährstoffen hinzu, so erscheint der von den Amerikanern der Sojabohne gegebene Name einer „Wunderbohne" („magic bean") durchaus gerechtfertigt.

Die Nährstoffe der Sojabohne

Was nun den Nährstoffgehalt der Sojabohne betrifft, so weicht dieser je nach Herkunft, Abstammung, Art und Zucht der einzelnen Sorten nicht unerheblich voneinander ab.

Im Durchschnitt enthalten die Sojabohnen nach den ältesten Untersuchungen von Fr. Haberlandt (6):

Asche	4,56 %
Rohfaser	5,33 %
Wasser	6,91 %
Fett	18,71 %
N-freie Extraktivstoffe	26,20 %
Protein	38,29 %

Zum Vergleich gibt Haberlandt die Zusammensetzung der einheimischen Leguminosen wie folgt an:

	Fisole	Erbse	Linse	Pferdebohne	Gelbe Lupine	Sojabohne
Asche	3,5	2,5	3,7	3,2	3,7	4,56
Rohfaser	2,8	4,5	6,9	6,8	14,1	5,33
Wasser	15,0	13,92	13,4	16,1	12,6	6,91
Fett	3,0	2,01	2,6	1,67	4,97	18,71
N-freie E-St.	48,8	54,2	49,4	47,1	29,1	26,20
Protein	26,9	22,7	24,0	24,8	35,3	38,29

Die Tabelle zeigt, wie hoch die Sojabohne die übrigen Leguminosen an Fettgehalt übertrifft; auch im Aschegehalt steht sie bei gleichzeitig geringem Rohfaser- und Feuchtigkeitsgehalt an erster Stelle. Im Eiweißgehalt wird sie nicht einmal von der Lupine erreicht.

König (16) errechnete die Mittelwerte aus der Zusammenstellung verschiedener Sojabohnensorten nach folgender Tabelle:

	schwarze längliche Bohnen	gelbe	braune	schwarze runde	verschiedene	Mittel
Asche . . .	4,71	5,24	4,89	4,73	4,51	4,81
Rohfaser . .	4,40	4,68	4,76	4,55	5,88	4,85
Wasser . .	12,71	10,14	9,25	11,23	11,34	10,93
Fett . . .	14,03	19,15	18,03	17,11	16,98	17,06
Kohlehydr. .	31,97	27,09	30,17	28,41	26,18	28,76
Eiweiß . .	32,18	33,74	32,90	33,97	35,11	33,58

Sein Vergleich mit den Leguminosen lautet:

	Soja	Erbse	Bohne	Linse
Asche	4,81	2,75	3,66	3,04
Rohfaser . . .	4,85	5,57	3,88	3,92
Wasser . . .	10,93	13,80	11,24	12,33
Fett	17,06	1,88	1,96	1,93
Kohlehydrate .	28,76	52,65	55,60	52,84
Eiweiß . . .	33,58	23,35	23,66	25,94

Honcamp (17) gibt nach späteren Untersuchungen folgende Zahlen:

	Soja	Erbse	Bohne	Lupine	Linse
Wasser . . .	11,3	14,0	14,8	12,2	12,5
N-haltig . . .	37,8	23,0	24,0	28,3	25,0
Fett	20,9	1,7	1,6	5,0	1,8
Kohlehydrate .	24,0	53,8	49,5	36,4	54,6
Rohfaser . . .	2,2	5,0	7,0	14,1	3,6
Asche	3,8	2,5	3,1	4,0	2,5

Bulgarische Untersuchungen ergaben nach

	Eiweiß	Fett	Rohfaser	Asche	Wasser	Kohlehydrate
				4,79		
Zlataroff (18) . .	37,44	18,29	3,94	—4,93	10,69	26,26
Kaltschewa (19) .	33,82	18,87	4,18	4,63	7,75	30,75

für in Bulgarien gezüchtete Sojasorten.

Amerikanische Untersuchungen dort gezüchteter Sorten ergaben nach

	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate	Rohfaser	Asche	Wasser
Piper Morse (10).	36,5	17,5	26,5	4,3	5,3	9,9
Ruhräh, I. A. (20)	34,63	17,98	30,58	3,69	3,07	10,13

Im folgenden sei auf die bisher vorliegenden Einzelanalysen der in der Sojabohne enthaltenen Nährstoffe, Salze sowie Vitamine eingegangen. Das

Eiweiß

das, wie gezeigt, über ein Drittel ihres Rohgewichtes beträgt, gehört nach Meißl und Böker (21) im Gegensatz zu dem der anderen Leguminosen zum Typus des Kaseins. Es reiht sich damit jenen Eiweißkörpern an, die wie die Paranucleoalbuminoide bei ihrem Abbau im Organismus die geringste Menge von Purin- und Xantinbasen abgeben (Li-Yu-Ying und Grandvoinnet (22)]. Praktisch genommen ist also das Sojaeiweiß im Gegensatz zu dem anderer Leguminosen und vor allem zum Fleischeiweiß kein Harnsäurebildner (Max Rubner 23, Simon 24). Steht es so in chemischer Beziehung einerseits dem Milcheiweiß nahe, so ist andererseits auch eine gewisse „Fleischverwandtschaft" nicht zu bestreiten, die in manchen Sojazubereitungen geschmacklich deutlich in Erscheinung tritt. Untersuchungen des Sojaeiweißes durch Osborne und Campbell (25) haben nämlich ergeben, daß fast die gesamte Proteinsubstanz aus einem Globulin besteht, das die Entdecker nach dem botanischen Namen der Soja als Glyzinin bezeichneten. (Neben Glyzinin fanden sie in geringer Menge Legumelin und Proteose.) Die Hydrolyse des Glyzinins zeigt nach Osborne und Clapp (26) folgende Zusammensetzung.

Glycocoll	0,97	Arginin	5,12
Valin	0,68	Histidin	1,39
Leuzin	8,45	Lysin	2,71
Prolin	3,78	Ammoniak	2,56
Phenylalanin	3,86	Außerdem wurde Tryptophan	
Asparaginsäure . . .	3,89	als vorhanden nachgewiesen,	
Glutaminsäure	19,46	während Alanin, Serin und Cystin	
Tyrosin	1,86	nicht isoliert werden konnten.	

Auf dem aus der Tabelle ersichtlichen hohen Gehalt des Glyzinins an Glutaminsäure, die einen ausgesprochen fleischbrüheähnlichen Geschmack hat, beruht die erwähnte „Fleischverwandtschaft" gewisser Sojazubereitungen. In neuerer Zeit hat diese Tatsache in China zur Erfindung eines Verfahrens geführt, bei dem die Glutaminsäure mittels Salzsäure aus der Sojabohne isoliert und zu einem regelrechten „Fleischextrakt" (= Aynomoto) verarbeitet wird.

In enger Verbindung mit der chemischen Analyse stehen die Untersuchungen über

die biologische Wertigkeit

des Sojabohneneiweißes. Schon Willcock (27), Thomas (28) und M. Rubner (28) haben darauf aufmerksam gemacht, daß nicht der absolute Eiweißreichtum eines Nahrungsmittels für seinen Nährwert ausschlaggebend ist, sondern daß dieser weitgehend vom chemischen Aufbau seiner Eiweißkörper abhängt.

Noch sind die von Thomas, Mendel und Osborne eingeleiteten Forschungen auf diesem Gebiet nicht zum Abschluß gekommen, doch haben gerade die Untersuchungen des Sojaeiweißes hier einige wesentliche Fortschritte gebracht. Bisher ist soviel festgestellt, daß der biologische Wert des Eiweißes gebunden ist an seinen Gehalt an bestimmten Aminosäuren, die der Organismus aus anderen Eiweißbausteinen nicht aufzubauen vermag. Als solche Aminosäuren sind bisher erkannt worden: Lysin, Tryptophan, Tyrosin, Cystin, Prolin (Kappfhammer und Habs 30). Auch das Arginin wird neuerdings zu diesen Eiweißbausteinen gerechnet (Christian Becker 31).

Nun wurden bei der genannten Analyse des Sojabohneneiweißes von Osborne und Clapp (26)

3,78 % Prolin
1,86 % Tyrosin
2,71 % Lysin sowie die Anwesenheit von Tryptophan

nachgewiesen, und weitere Untersuchungen von

Jones und Watermann (32)		und	Preese und Jones (33) ergaben
Tyrosin			1,9
Cystin	1,18		1,1
Arginin	8,07		5,1
Lysin	1,06		2,7
Tryptophan	1,37		1,7
Histidin	1,44		
Ammoniak	2,28		

Somit sind alle sechs genannten Eiweißbausteine im Sojaprotein enthalten. Ein Vergleich der letztgenannten Preese/Jones'schen Zahlen für Soja mit den von Abderhalden (34) gefundenen für das Kuhmilchkasein läßt das Sojaeiweiß in seinem biologischen Wert fast dem der Milch gleichkommen:

	Sojabohnen-Eiweiß	Kuhmilch-Kasein
Tyrosin	1,9	4,5
Cystin	1,1	0,06
Arginin	5,1	5,8
Lysin	2,7	4,8
Tryptophan	1,7	1,5

Der direkte Weg nun, der zur Bestimmung des biologischen Wertes eines Nahrungsmittels benutzt wird, ist der Tierversuch. So wurde nach Osborne und Mendel (35) eine Nahrung, deren gesamter Eiweißgehalt aus Sojaprodukten bestand, von Ratten gern genommen und gut vertragen, ja sie warfen mehrere Generationen völlig gesunder Junger, und diese entwickelten sich bei der gleichen Kost in völlig normaler Weise. Das Eiweiß anderer Leguminosen versagte bei gleicher Versuchsanordnung. Unabhängig davon waren Daniels und Nichols (36) bei ähnlichen Versuchen zu ganz entsprechenden Ergebnissen gelangt. Auch Abderhalden (37) bestätigt bei Vergleichen mit anderen Pflanzenproteinen im Tierversuch die höhere Wertigkeit des Sojaeiweißes. Selbst ein Versuch, bei Fleischfressern das animalische Eiweiß der Nahrung durch Sojaeiweiß zu ersetzen, bewies eine hohe biologische Wertigkeit des Sojaproteins (C. Hornemann 38).

Später haben M.S. Rose, Mac. Leod und Bisbey (39, 40) versucht, die biologische Wertigkeit des Sojaeiweißes für den Menschen direkt zu bestimmen. Sie fanden diese schätzungsweise ebenso hoch wie die von Fleischeiweiß. Brüning (41), Mader (42) u.a. haben an Kindern gezeigt, daß bei Sojanahrung, selbst über sehr lange Zeiträume gegeben, stetige, gleichmäßige Gewichtszunahme und Stickstoffansatz zu erzielen ist.

Durch alle diese Ergebnisse dürfte die biologische Vollwertigkeit des Sojabohneneiweißes zur Genüge erwiesen und der jahrelange Streit darum endgültig abgetan sein.

Die

Fettstoffe

der Sojabohnen werden als Sojaöl gewonnen. Nach Kempski (9) und Zlataroff (18) gehört dies Öl zu den halbtrocknenden Ölen, steht also in der Mitte zwischen Leinöl (Typus des trocknenden Öls) und Olivenöl (Typus des nichttrocknenden Öls), doch dem ersteren etwas näher. In bezug auf seine chemischen und physikalischen Eigenschaften sowie seine Anwendungsmöglichkeiten ähnelt es in hohem Grade dem Baumwollsaatöl („Ootonöl"), ist also u. a., gleich diesem, ein vortreffliches Speiseöl. Bei den Völkern Ostasiens wird Sojaöl von jeher als Speise- und Bratöl benutzt in derselben Weise wie das Olivenöl in Spanien und Italien. Daß es, gut raffiniert, auch für unseren Geschmack taugt, wurde durch eine große Reihe von Versuchen vom „Office of home Economics" in Washington nachgewiesen. Dabei wurde das Sojaöl mit den meistgebrauchten Tafelölen in Vergleich gestellt. Es schnitt ausgezeichnet ab, seine Verdaulichkeit wurde als sehr gut befunden. Korentschewski und A. Zimmermann (43) haben während des russisch-japanischen Krieges (1905) in umfangreichen Ernährungsversuchen Güte und Bekömmlichkeit des Sojabohnenöls festgestellt. Fiehe (44) fand das Öl gleichfalls wohlschmeckend und von einwandfreier Beschaffenheit. Auch Verfasser hatte mehrfach Gelegenheit, Sojaöl zu kosten und kann obige Urteile bestätigen.

In China und anderen Ländern des Fernen Ostens wurde nach W. J. Morse (45) seit Jahrhunderten die Ölgewinnung in häus-

lichen Betrieben durch primitive Pressen ausgeübt, wobei die Bohnen zwischen Walzen zerquetscht, dann gedämpft und mit Schraubenpressen ausgepreßt wurden. Die Rückstände enthielten nach Honcamp (46) 15—20 % Öl. Durch das Aufkommen der hydraulischen Pressen wurde das Verfahren in neuerer Zeit wesentlich verbessert. Es entstanden Ölmühlen, besonders in der Mandschurei, die unter Fortlassung des Dämpfprozesses das Material bis auf einen Rest 7—8 % Öl auspressen. Dieser Ölrest wird bei den modernen Verfahren (A. Schneider, 1. c. S. 63) anschließend durch Lösungsmittel maschinell fast vollständig extrahiert.

In Deutschland findet das Sojaöl als Speiseöl nur sehr geringe Verwendung, die Hauptmenge wird in der Margarinefabrikation und zu industriellen Zwecken verbraucht (Seifen-, Wachstuch-, Linoleum-, Firnisfabrikation); das Gleiche gilt im wesentlichen auch für die übrigen europäischen Länder sowie für Amerika, das in den letzten Jahren seinen Sojaverbrauch sehr gesteigert hat.

Die Kohlehydrate

der Sajobohne machen, wie erwähnt, rund ein Viertel ihres Rohgewichts aus. Sie besitzt somit nur den halben Kohlehydratgehalt unserer einheimischen Bohne. Aber auch qualitativ sind ihre Kohlehydrate von denen der Bohne und aller übrigen Leguminosen unterschieden. Die reifen Sojafrüchte enthalten nämlich nach Schulze (47) fast gar keine Stärke, sondern nur Kohlehydrate von kleinerem Molekül (Rohrzucker, Galaktan, Araban, Stachyose), was Stingel und Morawski (48) auf den Gehalt der Sojabohne an diastatischem Ferment zurückführen. Diese Stoffe bieten den höheren Polysacchariden gegenüber einerseits den Vorteil einer leichteren Abbau- bzw. Resorptionsfähigkeit, andererseits geht ihr Abbau mit einem Minimum von Zuckerbildung vor sich; denn Araban und Galaktan liefern überhaupt keinen und die Stachyose nur Spuren von Zucker. Auf Grund dieser Eigenschaften führten v. Noorden und Lampé (49) und Neumann (50) die Sojabohne schon vor Jahrzehnten in die Diabetesdiät ein. Nicht unerwünscht für diese therapeutische Wirkung ist die Art der mineralischen Zusammensetzung der Sojabohne, die im folgenden besprochen sei:

Der Aschegehalt

der Sojabohne ist trotz großer Schwankungen bei verschiedenen Ernteproben im Durchschnitt sehr hoch: 4—5 % des Rohgewichts der Sojabohne sind Mineralstoffe, womit sie den Aschengehalt der Erbsen, Bohnen und Linsen weit übertrifft (vgl. S. 6/7), Davon stehen an erster Stelle die Kaliumsalze mit 40—45 % und Phosphorsalze mit 30—35 %; dann folgen Natron, Magnesia und Kalk mit 6—7 %; die übrigen Bestandteile sind aus folgenden Tabellen zu ersehen.

Mineralgehalt der Sojabohne (in Prozenten)

	nach Engling (51)	nach Honcamp (52)
K	43,40	44,56
Na	0,74	0,98
Mg	2,23	8,92
Ca	11,90	5,32
Fe	1,47	Spuren
P_2O_5	35,09	36,89
H_2SO_4	2,33	2,70
Cl	—	0,27
H_2SiO_3	—	Spuren

nach Campbell (53)		Bailey (54) fand in einem aus Soja hergestellten Mehl:	
K_2O	44,82	K	1,86 g
Na_2O	7,21	Na	0,23
CaO	6,12	Ca	0,3
MgO	6,12	Mg	0,38
P_2O_5	28,66	P	0,7
CO_2	1,62	S	0,365
SO_3	1,38	Cl	0,07
Chlorine	0,65		
unbestimmt	3,42		

Als charakteristisch für die Sojabohne erscheint zunächst das Vorherrschen der Alkalien in dem schon an sich hohen Aschengehalt. Daraus erklärt sich die bei allen Sojazubereitungen zutagetretende alkalisierende Wirkung auf den gesamten Stoffwechsel.

Nuzum, Osborne und Sausum (55) stellten durch klinische Versuche eine Erhöhung der Alkalireserve des Blutes bei Sojanahrung fest. H. Drake Law (56) fand, daß man durch regelmäßigen Genuß von Soja die gesamte Darmflora verändern könne. Auch auf die Magensekretion wirkt Soja nach Nissen (57) im Sinne einer Säureabstumpfung.

Auf Grund dieser Beobachtungen ist die Sojakost, außer für die Diatetestherapie [vgl. S. 12, ferner v. Noorden und Salomon (58), Szanto (59) und Mader (60), auch in der Behandlung der Pyurie und des rezidivierenden Ekzems angewandt worden (Mader (61), Chr. Becker (31), Schade, Neukirsch und Halpert (62), R. L. Mayer (63)].

Eine zusammenfassende Darstellung der „Verwendung der Sojabohne in der Heilkost" hat Schellong (64) gegeben.

Als weiteres Charakteristikum der Mineralzusammensetzung der Sojabohne ist der hohe Phosphorgehalt zu nennen. Nach Untersuchungen von Bailey (54) ist ein großer Teil davon organisch gebunden, und zwar entfallen 10 % der gesamten Phosphorsäure auf Phosphorlecithin.

Damit kommen wir auf den Gehalt der Sojabohne an

Lecithin,

das neben den hochwertigen Eiweißkörpern als wertvollster Bestandteil der Sojabohne anzusprechen ist. Nach Levene und Rolf (65) und Jean Freund (66) ist es dem des Hühnereis durchaus gleichwertig. Über die Menge schwanken die Angaben zwischen 1 und 3 %. So konnten Schulze (67) 1,64 %, Riede und Rewald (68) 1,02—2,53 %, Bailey (54) 1—1,5 %, H. D. Law (56) 2,42 %, Schneider (69) bis 3 % Lecithin in der ganzen Sojabohne, R. H. Rose (70) 2 % in einem Sojabohnenmehl nachweisen.

Die Industrie gewinnt das Lecithin zusammen mit dem Sojaöl durch Extraktion aus den Bohnen. Um seine biologische Wertigkeit zu erhalten, beläßt man auch das fertige, gereinigte Lecithin in seinem allen Lipoiden eigentümlichen natürlichen Komplex mit dem arteigenen Fett, d. h. mit dem Sojaöl. Das Verhältnis ist etwa 60 % Reinlecithin und 40 % Sojaöl. Ein solches Lecithinprodukt

ist nach Rewald (71, 72) jahrelang, auch an der offenen Luft, haltbar, wird vom menschlichen Körper gut resorbiert und ist in physiologischer Hinsicht dem tierischen Lecithin gleichwertig.

Über die Bedeutung des Lecithingehalts der menschlichen Nahrung herrschte noch bis vor kurzem keine klare Vorstellung: man hatte wohl den günstigen Einfluß des Lecithins bei Rekonvaleszenz, Anämie, Tuberkulose, nervösen Erschöpfungszuständen usw. beobachtet und die Lecithindarreichung unter diesen Indikationen bürgerte sich bald in der Therapie ein. Doch hatte man noch nicht die Rolle des Lecithins in der normalen Ernährung erkannt. Erst im Zusammenhang mit den Lipoidforschungen der letzten zehn Jahre wurde die Bedeutung des Lecithins als eines unerläßlichen Bestandteils der tierischen und menschlichen Nahrung — analog den Vitaminen — erkannt, und zwar nicht nur beim wachsenden Organismus (Röhmann und seine Schüler (73), Cronheim und Müller (74)], sondern auch beim vollerwachsenen [Slowtzoff (75), Cronheim (76)]. In jüngster Zeit hat W. Halden (76a 76b) auf die hohe ernährungsphysiologische Bedeutung des Eiweiß-Fett-Lipoid-Wirkstoff*gefüges* hingewiesen und betont, daß es nur in seiner Ganzheit, also nur im natürlichen Zusammenhange belassen, seine *volle* hygienische Ausnutzbarkeit ungeschmälert behält. Die biologische Wirksamkeit des im natürlichen Zusammenhange z.B. in vollfettem Sojamehl belassenen Lecithins übertrifft also jene des im Extraktionsverfahren gewonnenen Reinlecithins. Damit wird der Wert des hohen Lecithingehaltes der Sojabohne (etwa 2 %) ins rechte Licht gerückt. Die Sojabohne tritt so als erster Konkurrent neben das Hühnerei (etwa 3 % Lecithin) und zwar nicht nur theoretisch, sondern auch in seiner praktischen Verwendung. Das Hauptverwendungsgebiet ist gleich dem des Sojaöls die Margarinefabrikation. Hier hat das Sojalecithin in den Jahren nach dem Weltkriege das bis dahin gebräuchliche Eigelb chinesischer Einfuhr so gut wie vollständig verdrängt. Dies geschah sowohl aus preislichen Gründen — das Sojalecithin ist nicht nur wesentlich billiger als Eigelblecithin, sondern ökonomischer im Verbrauch — als auch aus hygienischen Erwägungen. Denn das importierte Eigelb war trotz der Konservierung niemals ganz keim-

frei, und die Keime entwickeln sich vor allen Dingen wieder, wenn durch die Vermischung mit anderen Stoffen das Konservierungsmittel zu weitgehend verdünnt wird. Die Verwendung dieses Eigelbs war also durchaus nicht wünschenswert, und in England wurde im Jahre 1928 sogar jegliche Einfuhr von konserviertem chinesischen Eigelb aus gesundheitlichen Gründen verboten. Auch in Deutschland wurden bereits 1929 kaum noch chinesische Eier, dafür aber nach Rewald (71) 500 000 kg Sojalecithin für Margarinezwecke verbraucht.

Ein weiteres Gebiet technischer Verwertung des Sojalecithins ist die Teigwarenindustrie. Das Lecithin verhindert unerwünschte Quellungserscheinungen z. B. der Nudeln und spart so die Verwendung von Eigelb und ausländischem Weizen („Hartweizen"). Ähnliche Bedeutung hat das Lecithin in der Schokoladenindustrie, in der Textilindustrie, in der Lederfabrikation und in der Bäckerei. Besonders die kolloid-chemische Reaktion des Sojalecithins beim Backprozeß hat der Sojabohne ein großes Verwendungsgebiet gesichert, worauf noch weiter unten eingegangen wird.

Uber den

Vitamingehalt

der Sojabohne gehen die Angaben zum Teil stark auseinander, was nicht verwunderlich ist bei der Vielfalt des untersuchten Materials.

Bald war es ein entöltes, bald ein nichtentöltes Produkt aus Sojabohnen, das Gegenstand der Untersuchung war; das eine Mehl war mehr, das andere weniger, je nach der Vorbehandlung, durch thermische, chemische u. a. Einwirkungen verändert; bei den unveränderten Sojabohnen ist ebenfalls zu berücksichtigen, daß die Sorten, in denen der Vitamingehalt bestimmt wurde, starke Unterschiede nach Rasse, Alter, Reifezustand aufweisen mußten.

Das Vitamin A wurde in den Sojabohnen zuerst von Mc. Collum, N. Simmonds und W. Pitz (77) und zwar in genügenden Mengen nachgewiesen. Dagegen fanden Scheunert (78) nur geringe, Osborne und Mendel (79, 80) sehr geringe bzw. fragliche Mengen. Auch Abderhalden (81) konnte den Vitamingehalt der Sojabohne be-

stätigen, ohne jedoch auf die Mengenfrage einzugehen. In indischen Sojasorten konnten Jansen und Donath (82) deutlich A-Vitamin nachweisen. Nach A. Scheunert und M. Schieblich (83) enthielten in der Nähe von Leipzig gewachsene Sojabohnen praktisch so gut wie kein Vitamin A. Da von vielen Seiten Zweifel laut wurden, ob der Nachweis des A-Vitamins in der Sojabohne auch endgültig feststehe, prüfte C. Hornemann (84) diese Frage besonders eingehend. Dabei wandte er die gleichen Methoden wie Osborne und Mendel an, weil gerade von amerikanischer Seite jene Zweifel geäußert waren. Das Neue der Ergebnisse dieser Untersuchungen besteht darin, daß die Sojabohne wohl A-Vitamin enthält, daß dies aber weder in der als Ganzes verfütterten Bohne noch im Sojaschrot (dem Restprodukt nach der Entölung), sondern nur im Soja ö l wirksam in Erscheinung tritt. Zur Erklärung nimmt Hornemann an, daß das Vitamin A durch die Zellulosemembranen der Sojabohne so stark vor der Verdauung und Resorption geschützt sei, daß der größte Teil mit dem Kot ausgeschieden wird. Spätere Untersuchungen (Scheunert und Richter 85) bestätigten, daß der Sojaschrot nur sehr geringe Mengen A-Vitamin enthält. In einem Sojamehl fand H.D. Law (86) ebenfalls nur Spuren.

Einfacher liegen die Verhältnisse bei V i t a m B. Schon die oben genannten Autoren Mc. Collum, N. Simmonds und W. Pitz, Osborne und Mendel, Abderhalden, Scheunert, Scheunert und Richter (s.o.) sowie E. Tso (87, 88), Tso, Jee und Chen (89) und Daniel und Nichols (90) fanden übereinstimmend einen hohen Gehalt der Sojabohne an B-Vitamin, und zwar ist dies im Gegensatz zum Vitamin A auch in Sojakuchen und Sojaschrot enthalten (C. Hornemann 1. c.).

In neuerer Zeit wies H. D. Law (1. c.) in einem Sojamehl B_1- und B_2-Vitamin in reichen Mengen nach. Auch in einem mit 20prozentigem Sojamehlzusatz gebackenen Brot konnten Jones und Finks (91) einen hohen Vitamin-B-Gehalt nachweisen. Reichlich Vitamin B fanden ferner A. Scheunert und M. Schieblich (1.c.), Salmon (92), Parsons (93), Stocmann (94) und Wilkinson und Nelson (95).

V i t a m i n C ist nach Scheunert (1. c.) in der Sojabohne nicht enthalten.

Strittig ist der D-Vitamingehalt. Während Scheunert (s. o.) einen solchen behauptet, halten Abderhalden, Tso und H. D. Law (s. o.) ihn für nicht erwiesen. Auch von russischer Seite wurde die Sojabohne als frei von Vitamin D befunden (Lepski und Tjamina 96). Die von Brusa (97) nachgewiesene antirachitische Wirksamkeit der Sojabohne prüfte Bischoff (98). Er fand sie gleichfalls und bestätigte, daß sie nicht von einem Gehalt der Sojabohne an D-Vitamin, sondern an Phosphorsäure bedingt sei (vgl. dazu Rominger 99). Trotz der meist negativen Resultate ist die Frage des Vitamin-D-Gehalts der Sojabohne noch nicht als entschieden anzusehen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Sojabohne Vitamin A in geringen, B_1 und B_2 in reichlichen Mengen enthält, während der Vitamin-D-Gehalt noch umstritten ist.

Überblickt man den gesamten Gehalt der Sojabohne an Nährstoffen, dann erscheint Haberlandts Empfehlung ihrer Verwendung für die europäische Volksernährung durchaus begründet. Die Schwierigkeit liegt aber in der Frage, in welcher Form nun die praktische Verwertung in der Küche stattfinden kann und soll.

Von großer Wichtigkeit für die Beantwortung dieser Frage ist es, die Rolle der

Sojabohne in der ostasiatischen Ernährung

kennen zu lernen. Denn schon seit Jahrtausenden dient hier die Sojabohne als Haupteiweißquelle in der Volksernährung, die nach Wagner (100) infolge landwirtschaftlicher Eigentümlichkeiten des Fernen Ostens ausgesprochen arm an animalischem Eiweiß ist. So hat Inaba (101) bei Erhebungen über die Ernährung des japanischen Landarbeiters festgestellt, daß Millionen ihr Leben lang entweder gar kein animalisches Eiweiß oder solches nur in Form von Fischen (meist getrockneten) kennenlernen. Das Gleiche gilt für ganz Nordchina, die Mandschurei, Korea, Java, Teile Indiens usw.: hier, also bei Hunderten von Millionen Menschen, bildet der relativ eiweißarme Reis die Hauptspeise, und als wichtigster ergänzender Eiweißträger der Nahrung fungiert die Soja (Oschima 102). Dabei ist hervorzuheben, daß die Sojabohnen nur zum geringsten Teil als Gemüse, nach Art unserer europäischen Leguminosen, verwendet

werden; denn im Gegensatz zu diesen haben die Sojabohnen eine sehr lange Kochdauer. Auch eignet sich hierzu nur die hauptsächlich in Java angebaute schwarze Sojabohnenvarietät, die alsdann gekocht oder geröstet, als Zukost zum Reis gegessen wird. Dagegen ist in allen Sojaländern die *Sojasauce* sehr verbreitet. Man bereitet sie in Japan und China aus der hellgelben (dort häufigsten) Varietät unter Zusatz von teils geröstetem, teils vergorenem Weizen, Kochsalz und Wasser. Die Masse wird der Gärung überlassen, die wegen des hohen Salzgehaltes nur langsam vor sich geht und acht Monate bis mehrere Jahre dauert! Dabei tritt eine Verflüssigung der Masse ein, die zugleich dunkelbraune Farbe annimmt und einen angenehmen Geruch erhält. Zum Schluß findet Durchseihung und Abpressung durch baumwollene oder leinene Beutel statt. Als die beste Sojasauce nach diesem Herstellungsverfahren gilt diejenige, die eine Gärung von mindestens drei Jahren durchmachte. Über den enormen Verbrauch von Sojasauce, die in China und Japan fast zu allen Speisen als Würze zugesetzt und von Arm und Reich gleichmäßig als unentbehrlich empfunden wird, geben die folgenden Zahlen eine Vorstellung: allein in Japan werden jährlich 540 bis 720 Millionen Liter Sojasauce hergestellt, und jeder erwachsene Japaner soll täglich 50 bis 100 ccm davon genießen. Nach M. Fesca (1. c.) ist die Sojasauce dem Fleischextrakt gleichwertig, wie sie diesem ja auch im Geschmack nahesteht. Sie enthält kaum noch das ursprüngliche Eiweiß der Sojabohne, sondern meist nur dessen Abbauprodukte. Nachgewiesen sind u. a. Leucin, Tyrosin und Glieder der Xanthingruppe. Ähnliche Produkte werden in Java (aus der schwarzen Varietät) und in den anderen genannten Ländern aus Sojabohnen bereitet und in der gleichen Weise in der täglichen Kost verwendet.

Eine nicht geringere Rollen spielen daneben andere Gärungsprodukte aus der Sojabohne von käseartigem Charakter, so in Japan der Miso, Tofu und Natto. Der japanische Miso wird aus 5 Teilen weichgekochter Sojabohnen, 3 bis 6 Teilen Koji, einer Reis- oder Gerste-Schimmelkultur, einem Teil Wasser und 1½ bis 2 Teilen Kochsalz hergestellt. Bei Verwendung von heißem Sojabohnenbrei mit viel Koji und wenig Salz reift das Produkt schon

nach vier Tagen (Siro miso). Bei der Zubereitung mit kaltem Bohnenbrei, viel Salz und weniger Koji tritt die Reife erst nach einem halben Jahr ein (Sendai miso). Das käseartige Produkt wird, ähnlich wie die Sojasauce, als Würze beim Kochen, zur Suppenbereitung und als Zukost zum Reis verwandt. Es enthält nach Kempski (1. c.) 12 bis 14 % Rohprotein, davon 30 bis 40 % als Abbaukörper.

Die zweithäufigste Käseart in Japan, der Natto, hat eine besonders primitive Entstehungsart: Sojabohnen werden fünf Stunden in Kochsalzlösung gekocht, dann zu ½ kg schweren Portionen in Stroh gewickelt und mehrere Tage in einem warmen Raum belassen; in dieser Form gelangt das inzwischen durch die Bakterienflora des Strohs zu zäher Konsistenz umgewandelte Produkt in den Handel. Im wässerigen Dekokt des Natto fand Yabe (103) viel Pepton, mäßige Mengen von Leuzin und Tyrosin, geringe Mengen von Guanin, Sarkin und Xanthin.

Eine dritte, in Japan, China und Java verbreitete Käseart ist der Tofu. Er wird aus Sojabohnenbrei unter Zusatz eines Koagulierungsmittels hergestellt. Als solches verwenden Chinesen und Japaner die Mutterlauge aus dem Salzgewinnungsprozeß aus Meereswasser ($MgCl_2$-Gehalt!). Die ausgeschiedenen Proteinstoffe werden in die Form von Täfelchen gepreßt und teils frisch, teils konserviert genossen. Eine japanische Militärkonserve aus Tofu besaß nach Em. Senft (104) folgende Zusammensetzung:

8,9 % Wasser,	5,0 % N-freie Extraktivstoffe,
58,4 % N-haltige Substanz,	0,7 % Rohfaser,
26,8 % Fett,	2,0 % Asche.

Die große Verbreitung dieser Käsearten geht aus der Tatsache hervor, daß z. B. in Japan jährlich 30 Millionen kg Miso verbraucht werden, der, ähnlich wie die Sojasauce, bei Arm und Reich einen fast unentbehrlichen Bestandteil der täglichen Nahrung darstellt.

Zum Schluß sei noch ein besonders in China, Japan und Indien verbreitetes Sojaprodukt erwähnt: Die Sojamilch.

Ihre Herstellung geschieht nach folgendem uralten Rezept: Die Sojabohnen werden nach 24stündigem Wässern in einer Steinmühle

gemahlen; die gemahlene Masse wird mit Wasser durchgerührt, wobei sie sich entschält, und anschließend bis zum Sieden erhitzt. Dabei resultiert eine durchaus milchähnliche, weiße Flüssigkeit eben die Soja-(Pflanzen-)milch. Ein Vergleich — in chemischer Hinsicht — mit Kuhmilch ergiebt nach Zlataroff (1. c.) einen fast doppelten Eiweißgehalt der Sojabohnenmilch, während ihr Zuckergehalt um etwa zwei Drittel, der Fettgehalt nur wenig geringer ist als bei der Kuhmilch. Die Reaktion ist schwach sauer; nach Aufkochen bildet sich beim Erkalten derselbe Rahm (Sahne) wie bei gewöhnlicher (tierischer) Milch. Mittels Sauermilchhefe wird die Sojamilch zum Gerinnen gebracht, und es resultiert ein der „dicken Milch" völlig analoges Produkt. Ebenso läßt sich mit Lab- und anderen Fermenten ein Koagulum erzeugen, das Quark und Käse liefert. So hat Zlataroff selbst eine Reihe von bekannten Käsesorten (Rocquefort, Gruyère, Holländer u. a.) aus Sojapflanzenmilch hergestellt, die geschmacklich nicht von den entsprechenden aus tierischer Milch erzeugten Käsesorten zu unterscheiden waren! Bei alledem ist die Sojamilch unverhältnismäßig billiger zu gewinnen als die Kuhmilch, da 1 kg Soja etwa 5 Liter Pflanzenmilch liefert. Eine von Gerlei (105) hergestellte „Kunstmilch" aus Sojabohnen ungarischer Produktion hatte folgende Zusammensetzung:

92,5 % Wasser,	0,03 % Fibrin,
3,0 % Eiweiß,	1,88 % N-freie Extraktivstoffe,
2,16 % Fett,	0,41 % Asche.

Dazu wurde nachträglich Zucker und phosphorsaures Kali zugesetzt, letzteres zur Verhinderung der Eiweißausscheidung, der Zucker zur Erreichung des Kohlehydratgehalts der Kuhmilch. Das Aussehen dieser Milch ähnelte dem der Kuhmilch vollständig. Der Trockengehalt (7,5 %) war etwas geringer. Abschließend sei zum Vergleich die Zusammensetzung der Kuhmilch derjenigen von Sojamilch gegenübergestellt:

Eiweiß	Fett	Kohleh.	Asche	
3,50	3,50	5,25	0,75	Kuhmilch
5,76	3,46	1,40	0,84	Sojamilch nach Li-Yu-Ying (106)
5,30	2,21	1,18	0,78	Sojamilch nach Zlataroff
6,04	2,94	1,90	0,93	Sojamilch nach Zlataroff (1. c.)

Die Sojabohne in der europäischen Ernährung

In Europa konnte es unter den genannten ostasiatischen Sojaprodukten naturgemäß nur der Sojamilch beschieden sein, Nachahmung in Herstellung und Verwendung zu erlangen. Aber obwohl die Herstellungsweise sogar vervollkommnet wurde, fand eine nennenswerte Verbreitung dieses durchaus hochwertigen und dabei billigen Nahrungsmittels nicht statt. Lediglich in der Säuglingsernährung und der Diätküche (s.S.12/14) fand es Eingang und hat sich hier vielfach vorzüglich bewährt.

Die Nachahmung der anderen oben genannten ostasiatischen Sojaprodukte kam dagegen praktisch überhaupt nicht in Frage. Denn abgesehen von der Fremdartigkeit dieser Nahrungsmittel für unseren Geschmack würde die primitive Art ihrer Herstellung als höchst unrentabel und unrationell in Europa gar nicht tragbar gewesen sein. So mußte hier bewußt ein neuer Weg zur Erschließung der Nährstoffe der Sojabohne beschritten und damit auf die von Haberlandt gemachten Erfahrungen zurückgegriffen werden.

In der ersten Reihe seiner „Koch- und Kostversuche" waren zunächst Sojabohnen nach Art unserer Leguminosen als Gemüse, als Salat, als Suppe, als Puree zubereitet und gegessen worden, „wobei sich der Gaumen nirgends gegen die Sojakost aufgelehnt hat". Trotzdem hielt Haberlandt diese Formen der Zubereitung nicht für empfehlenswert. Schon die lange Kochdauer der Bohnen, die das Mehrfache von der der anderen Leguminosen beträgt, spricht dagegen. Auch sind die Sojabohnen als Kost für sich ein viel zu konzentriertes Nahrungsmittel für obige Zubereitungsformen.

Haberlandt führte daher eine zweite Reihe von Kostversuchen durch. Es wurde Sojabohnenschrot hergestellt und verschiedenen kohlehydratreichen Nahrungsmitteln zugesetzt. U. a. wurde ein Weizengriesbrei mit Sojazusatz und ein „Polenta' aus Sojaschrot, Quetschkartoffeln und Gries bereitet und gegessen. Als Resultat dieser Kostversuche beim Menschen kam Haberlandt zu folgenden Empfehlungen:

1. Aus der Sojabohne müßte ein im Handel zu vertreibendes Schrot hergestellt werden, das geeignet sei, den kohlehydratreichen menschlichen Nahrungsmitteln beigemischt zu werden;
2. die Herstellung von Brot und Gebäck mit Sojagrieszusatz müsse versucht und im Großen angewandt werden;
3. Soja müßte ferner in der Schokoladenfabrikation, bei der Herstellung der „Erbswurst" und als Kaffeesurrogat Verwendung finden.

Leider blieben diese Anregungen Haberlandt's nach seinem kurz darauf erfolgtem Tode (1878) zunächst unbeachtet, und erst 30 Jahre später kam man durch wirtschaftliche Überlegungen auf sie zurück. Im Jahre 1908 führte die ölgewinnende Industrie erstmalig größere Posten Sojabohnen als Ersatz für die infolge Mißernten fehlende Baumwollsaat nach England ein; den anfangs unausgenutzten Wert der beim Ölpreßverfahren anfallenden eiweißreichen „Sojakuchen" suchte man dadurch zu realisieren, daß man sie zu Schrot vermahlte, um dies Produkt als eiweißhaltiges Viehnahrungsmittel auf den Markt zu bringen. (Dies ist bis heute die Hauptverwendung der Restprodukte bei der Ölgewinnung aus der Sojabohne in allen außerasiatischen Ländern geblieben.) In dem Maße nun, wie die Sojaeinfuhr zu Ölgewinnungszwecken seitdem in Europa von Jahr zu Jahr stieg, stiegen auch die Mengen des aus den Sojakuchen gewonnenen Schrotes. Das führte zu Versuchen verschiedener Art, den Sojaschrot zu verarbeiten und außer in der Landwirtschaft auch auf anderen Gebieten nutzbar zu machen. U. a. wurde so auch die Idee Haberlandt's wieder aufgegriffen, und es entstanden die ersten für die menschliche Ernährung bestimmten Gries- und

Mehlprodukte aus Soja

Als erstes dieser Mehle ist in Deutschland während des Weltkrieges das Aguma-Mehl der Aguma-Werke in Harburg bekannt geworden, nachdem schon vorher die Sojama-Werke in Frankfurt a. M. ein ähnliches Produkt (Sojama) auf den Markt gebracht hatten. Trotz staatlicher Beihilfen mußten diese Werke jedoch im weiteren Ver-

lauf des Krieges ihre Produktion völlig einstellen, da die Sojazufuhr zu stark schrumpfte. Erst nach dem Kriege wurden die Bemühungen zur Herstellung eines in Haberlandt's Sinne geeigneten Sojamehls für die menschliche Ernährung wiederaufgenommen, eine Reihe neuer Erzeugungsverfahren wurde geschaffen und ausprobiert und die Zahl der Sojaverarbeitenden Werke vermehrt. Als die bekanntesten unter ihnen seien die folgenden genannt:

1. Vollfettes Sojamehl herstellende Werke:

Österreichische Edelsoja-Gesellschaft
(jetzt Wiener Edelsoja-Werk GmbH.), Wien,
Henselwerk, Magstadt-Stuttgart,
C. F. Hildebrandt, Hamburg,
Neue Edelsoja-Gesellschaft mbH., Berlin-Hamburg,
Fortin-Werke, Köln-Düsseldorf.

2. Fettfreies Sojamehl herstellende Werke:

Fauth, Wiesbaden,
Hansa-Mühle, Hamburg,
„Deback", Hamburg,
Riedel, Frankfurt a. M.

Unter den zur Aufbereitung der Sojabohne für die menschliche Ernährung dienenden Verfahren lassen sich fünf Gruppen unterscheiden:

1. Röstverfahren,
2. Auslaugeverfahren,
3. Dämpfverfahren,
4. Trockenerhitzungsverfahren,
5. Verfahren der Extraktionsschrotvermahlung.

1. Die zunächst angewandten Röstverfahren gingen von dem ölhaltigen Sojaschrot aus, denn bei dem damaligen unvollkommenen Stand der Ölgewinnungsverfahren (Expression) hatte der Schrot noch einen ziemlich hohen Fettgehalt, etwa 6 bis 7 %. Dies brachte es mit sich, daß die daraus gewonnenen Mehle leicht ranzig wurden und somit ein zwar nahrhaftes aber kein Dauerpräparat darstellten, was auf jeden Fall anzustreben war.

Auch auf nichtentölte Sojabohnen wurde das einfache Röstungsverfahren anzuwenden versucht. Es wurde jedoch bald wieder fallengelassen, da man bei den angewandten hohen Temperaturen ein dunkles, oft unangenehm schmeckendes Röstgut von nur geringer Haltbarkeit erhält.

2. Das nunmehr angewandte Auslaugeverfahren bestand darin, durch Auslaugung der Sojabohne unter verschiedenen Bedingungen und unter Zusatz verschiedener Chemikalien sie von den Bitterstoffen zu befreien. Dies gelang jedoch vollständig erst, wenn man die Sojabohne nicht nur auslaugte, sondern längere Zeit kochte. Da die Auslaugeverfahren auf diese Weise stets zu großen Substanz- und Nährwertverlusten führten, hat man sie in neuerer Zeit wieder verlassen. Auch haftete diesen Verfahren ein weiterer nicht geringer Nachteil insofern an, als das Trocknen der eingeweichten Sojabohnen — sie nehmen mehr als ihr Eigengewicht an Wasser auf — sehr langwierig war und dadurch die Verfahren dieser Gruppe unökonomisch und teuer machte.

3. Die heute angewandten Verfahren gehören fast alle der Gruppe Dämpfverfahren an. Früher wurde das Dämpfen bei über 100° C liegenden Temperaturen, also bei Überdruck ausgeführt, wodurch besonders das Sojaeiweiß geschädigt wurde. Daher verwenden die modernen Verfahren dieser Gruppe nur ungespannten Dampf, und die Temperatur darf 100° nicht überschreiten. Einige amerikanische Verfahren arbeiten sogar mit Dampf von 60° bei partiellem Vakuum (610 mm) und kühlen die Bohnen dann, um sie anschließend in einer Kohlensäureatmosphäre zu trocknen (Shellabarger-Verfahren). In Europa hat die weiteste Verbreitung das „Verfahren zur Veredelung von Sojabohnen" von L. Berczeller und R. Graham gefunden, bei dem die Sojabohnen nur 10 bis 12 Minuten gesättigtem Wasserdampf ausgesetzt werden, so daß sie nur ganz geringe Mengen Wasser aufnehmen und die Eiweißstoffe unbeschädigt bleiben. Es folgt ein ebenfalls nur kurz dauernder Trocknungsprozeß, der durch Anwendung eines Vakuums noch beschleunigt werden kann; dieser versetzt die Sojabohnen in mahlharten Zustand.

4. Neben den heute vorherrschenden Dämpfverfahren hat die Gruppe der Trockenerhitzungsverfahren nur wenig Verbreitung gefunden, obwohl auch die Erzeugnisse dieser Gruppe hochwertig und nicht teurer sind als die der Dämpfverfahren. Wie der Name sagt, wird hierbei die Entbitterung der Sojabohne auf trockenem Wege ohne die Nachteile der Röstung, d. h. unter Vermeidung der Oxydation, durchgeführt. Das Gösselsche Verfahren z. B. wird ausgeführt, indem die Sojabohnen in Stearin als indifferenter Flüssigkeit schonend erhitzt werden, wonach sie unmittelbar gemahlen werden können. Andere Verfahren benutzen indifferente Gase als Medium der Trockenerhitzung.

5. Gegenüber den Verfahren zur Herstellung vollfetter Sojamehle ist das Verfahren zur Erzeugung fettfreier Sojamehle verhältnismäßig einfach. Es konnte sich erst entwickeln, als es gelungen war, fast das ganze Fett durch Extraktion der Sojabohnen zu entziehen und den Fettgehalt des Extraktionsrückstandes — des Sojaschrotes — auf einen äußerst niedrigen Wert (bis auf 0,1 %) herabzudrücken. Dieser in sehr großem Umfange in Deutschland als Futtermittel verwendete Sojaschrot wird naturgemäß nicht ranzig und seine Aufarbeitung zu Ernährungszwecken besteht im Wesentlichen nur aus einer feineren Vermahlung bei gleichzeitiger Entfernung der Schalen, ein technischer Vorgang, der mittels der aus der Getreidemüllerei bekannten Methoden bewältigt werden kann. Wenn trotzdem den vollfetten Sojamehlen im allgemeinen auch von Seiten der Verbraucher der Vorzug gegeben wird, so sind hierfür vor allem hygienische Gründe maßgebend. Die Ölextraktion muß sich der verschiedensten chemischen Extraktionsmittel bedienen, die naturgemäß nicht ohne Einfluß auf die chemisch-biologische Struktur der Bohne, der Extraktionsrückstände und damit auf das daraus erzeugte Mehl bleiben können. Erstens sind mit dem Fett auch die fettlöslichen Vitamine verschwunden; zweitens: fast das ganze Lecithin geht verloren; drittens sind die Eiweißkörper in ihrer chemischen und damit biologischen Beschaffenheit verändert und zum Teil entwertet.

Die nahrungschemische Zusammensetzung der einzelnen Mehlsorten weicht je nach Ausgangsprodukt und Herstellungsver-

fahren nicht unerheblich voneinander ab. Im folgenden seien zunächst einige Beispiele nicht entfetteter Sojabohnenmehle angeführt:

I. Ein in Deutschland hergestelltes Mehl enthielt nach Mader (1. c.)

Wasser	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate	Rohfaser	Asche
10,50	39,95	16,12	28,76	—	5,28

Die Alkalinität dieses Mehls betrug 13,6 n/10 NaOH, worauf Mader im Gegensatz zur sauren Reaktion z. B. des Weizen- und Roggenmehls besonders hinweist. Für ein anderes deutsches Sojabohnenmehl liegen die Analysen von Kupelwieser (106a) und Wastl (zit. n. Ferrée 1. c.) vor:

	Eiweiß	Fett	Khdr.	Wasser	Asche	Kalor. pro 100 g
Wastl . . .	41,50	20,36	24,80	8,97	3,92	470
Kupelwieser.	40,65	20,38	23,61	7,65	6,08	440

Ein amerikanisches Mehl enthielt nach N. Ruhräh (1. c.):

Rohf.	Wasser	Eiweiß	Fett	Mineral	Kohleh.	Rohrz.	Stärke	Reduz. Z.
2,35	5,26	44,64	19,43	4,20	14,78	9,34	—	—

Ein ebenfalls in Amerika hergestelltes Mehl enthielt nach H. Drake Law (1. c.):

Eiweiß	Fett	Lösl. Khdr.	Asche	Rohf.	Wasser	Lecithin	Phosph. Säure
46,7	20,68	15,6	4,63	2,67	7,3	2,42	1,73

Sowohl den Asche- als auch den Phosphor- und Lecithingehalt hebt Law als ungewöhnlich groß hervor. Ebenso weist er auf die erwähnte alkalische Reaktion des Sojabohnenmehls hin. D. Kaltschewa (107) stellt dem Ausgangsmaterial — gelbe bulgarische Sojabohne — das nach eigenem Verfahren gewonnene Produkt, ein Mehl folgender Zusammensetzung, gegenüber:

Sojabohnen	Wasser	Eiweiß	Fett	N-freie Extr. St.	Rohfaser	Asche
ungeschält .	7,75	33,82	18,87	30,75	4,18	4,63
geschält .	—	37,19	21,35	26,23	2,74	4,74
-Mehl . .	4,45	39,36	24,96	24,43	2,71	4,59

Das vom Verfasser in seinem Ernährungsversuch benutzte Mehl deutscher Herstellung enthielt:

Eiweiß	Fett	Kohlehydrate	Kalorien
42,0	20,0	27,0	460

II. Bei den entölten Sojamehlen ergaben Analysen von Proben, die nach verschiedenen Extraktionsprozessen anfielen,

a) im Durchschnitt bei amerikanischem Mehl nach N. N. Mitschell (108):

Trocken-Subst.	Roh-protein	Äther. Extr.	Asche	Rohfaser	Gesamt-N.	Ca.	P.
91,85	41,41	5,05	5,70	7,50	6,63	0,073	0,454

b) bei deutschem Mehl:

nach Kestner und	Eiweiß	Fett	Khdr.	Wasser	Asche	Zellulose
Knipping (109) .	40	0,3	33	8	6	2,9

nach	Protein	Fett	Wasser	Asche	Rohfaser	N-freie Extr.-St.
Robert Mayr (110)	52,20	1,20	7,60	6,00	3,10	29,90

Aus obigen Tabellen kann schon theoretisch auf den hohen Nährwert eines aus Sojabohnen hergestellten Mehls geschlossen werden. Über den biologischen Wert jedoch können nur Ernährungsversuche Klarheit schaffen. Solche wurden u. a. von K. O. Neumann (1. c.) an sich selbst sowie an Mäusen durchgeführt. Die Tierversuche zeigten:

1. daß Mehl aus ungeschälten Sojabohnen weniger wertvoll ist als solches aus geschälten;
2. daß ein nach dem Dämpfverfahren gewonnenes nichtentöltes Mehl größeren biologischen Wert hat als ein bei der Fettextraktion anfallendes Produkt.

Der Selbstversuch erwies die Überlegenheit nichtentölter Mehle sowohl in bezug auf den Geschmack als auch die Ausnutzbarkeit der Nährstoffe. Und zwar war der Ausnutzungskoeffizient höher beim Stickstoffgehalt und den Kohlehydraten, ferner bei der Rohfaser, der Asche und damit der Gesamttrockensubstanz. Auch die

kalorische Ausnutzung war beim nichtentölten Mehl besser als beim entölten. Nach Bailey (1. c.) enthält ferner nichtentöltes Sojamehl die Vitamine A und B, während entöltes Sojamehl vitaminfrei ist. Die Haltbarkeit der Mehle ist durchweg gut. Nur die nach dem Röstverfahren hergestellten, längst außer Gebrauch gekommenen Mehle zeigten ein schnelles Ranzigwerden ihres Fettgehalts. Die nach dem Dämpfverfahren hergestellten Mehle sind dagegen trotz vollen Olgehaltes (20 % und mehr) gegen Ranzidität äußerst widerstandsfähig. Dies erklärt sich aus der beim Dämpfen durch Hydrolyse der Glykoside stattfindenden Bildung von mesoxalsäureartigen Verbindungen; zugleich wird ein in den oberflächlichen Schichten der Sojabohne sitzender oxydationsfördernder Katalysator zerstört. Als weitere Vorzüge des nichtentölten Mehls nennt R. O. Neumann seine vielseitige Verwendbarkeit z. B. als Zusatz bei Mehlspeisen, Fleischspeisen, Nudeln, Backwaren, Kakes und vor allem beim Brot. Bemerkenswert ist auch hier die konservierende Wirkung des Sojamehls, besonders bei Fetten und fetten Gemischen. Durch antioxygene Eigenschaften verzögert das Sojamehl die Aufnahme von Luftsauerstoff und damit das Ranzigwerden. So verbessert nach H. D. Law (1. c.) Sojazusatz bei Wurstmasse nicht nur das Aussehen, sondern auch die Haltbarkeit.

Das Sojabrot

Infolge mangelnden Klebergehalts ist das Sojabohnenmehl nicht als alleiniges Backmaterial wie Roggen- oder Weizenmehl zu gebrauchen, sondern man kann es dem Backgute nur in einem gewissen Verhältnis zusetzen. Haberlandt hatte als erster Sojabohnenschrot dem Weizenmehl beigemischt und Brot mit und ohne Milch daraus gebacken. In allen Fällen schmeckte ihm und seiner Familie das so hergestellte Brot vortrefflich. Im Jahre 1894 sind nach A. M. Villon (111) zunächst in Frankreich Versuche gemacht worden, Sojamehl fabrikmäßig zur Brotherstellung zu verwenden. Fiehe (1. c.) ließ aus einer Mischung von 15 % Sojamehl, 65 % Roggenmehl und 20 % Weizenmehl Brote backen, die in Breslau zum freien Verkauf kamen. Ihre Verdaulichkeit, Haltbarkeit und Ausnutzung waren gut, ebenso war am Aussehen und Geschmack

nichts auszusetzen. Auch in Hamburg sind schon vor dem Weltkriege nach Mitteilung der Deutschen Sojapflanzungs-Gesellschaft pro Tag nicht weniger als 2000 kg Sojabohnenmehl mit gutem Erfolg zu Brot verbacken worden. Während des Krieges und danach sind wiederholt auf Empfehlung M. Rubners (100) Sojabrote verschiedener Herstellung im Handel erschienen. Später hat R. O. Neumann (112) „mit einer Grundmasse von 4 % Weizenmehl und 60 % Roggenmehl (zu 70 % ausgemahlen) und 20 % Sojabohnenmehl-Zusatz ganz gute Erfahrungen gemacht und wohlschmeckende Brote erzielt".

In Amerika sind nach Kempski (1. c.) sogar mit 25 % Sojamehlzusatz gute Erfolge erzielt worden. Doch wird dies allgemein als Höchstgrenze des Sojamehlanteils angesehen, weil darüber hinaus die Backfähigkeit leidet, und das Brot leicht trocken und krümelig wird.

Alle Brote mit Sojazusatz zeigen eine viel längere Haltbarkeit als gewöhnliches Brot. Das ist z. T. auf den geringen Gehalt der Sojabohne an Polysacchariden zurückzuführen. Denn nach N. P. Neumann (113, 114) ist nicht die Wasserverdunstung, sondern die allmähliche Umwandlung der verkleisterten Stärke in amorphe als Ursache des Altbackenwerdens anzusehen. Daneben vermag das Sojabohnenmehl offenbar direkt das Wasserzurückhaltungsververmögen der Brotkrume zu steigern (H. D. Law, 1. c.).

Jedenfalls nimmt schon bei der Teigherstellung das mit Soja vermischte Backmehl mehr Wasser auf als gewöhnliches Brotmehl, und es wird auch während des Backprozesses mehr Wasser zurückgehalten als bei gewöhnlichem Brot.

Die antioxygenen Eigenschaften des Sojamehls (vgl. S. 26) kommen auch dem mit Soja zubereiteten Brote zugute. H. D. Law fand eine deutliche stabilisierende Wirkung auf den Fettgehalt des Sojabrots.

Bei geringen Sojamehlzusätzen (3—5 %) wirkt Sojamehl nach Untersuchungen des Reichsgesundheitsamts (115) als Backhilfsmittel, indem das Brot sowohl in seiner äußeren Form (stärkere Wölbung) als auch in der Porenbildung (besondere Regelmäßigkeit

und Gleichmäßigkeit der Poren) eine Verbesserung erfährt. Nach Bailey (1. c.) erklären sich diese Eigenschaften daraus, daß Sojamehl infolge seines Gehalts an diastatischen und proteolytischen Enzymen sowie Urease (in aktiver Form) die Gärung beim Backen beschleunigt.

Die wichtigsten Veränderungen erfährt das Brot durch Sojazusatz in nahrungschemischer Hinsicht. Das geht aus den folgenden Tabellen hervor:

I. 20prozentiges Sojabrot

Eiweiß	Fett	N-freie Extr.-Stoffe	Nutzbare Kalorien
10,0	4,5	36,0	230

II. Gewöhnliches Brot (a) und Sojabrot (b)

	Trocken-Substanz	Asche	Na Cl	Ca O	N	Stickstoff-Substanz
a)	584	12,61	8,77	0,42	10,55	65,9
b)	586	29,47	9,26	2,93	15,75	98,4

III. Mischbrot (a) und Sojabrot (b_1 entölt, b_2 nicht entölt):

	Wasser	Trocken-Substanz	Eiweiß	N	Fett	Kohle-hydrate	Rohfaser	Asche	Kalorien
a)	298,50	451,50	48,83	7,80	1,95	382,73	7,50	10,58	1787,3
b_1)	299,25	450,75	78,83	12,60	2,10	342,23	13,73	13,88	1746,0
b_2)	312,75	437,25	56,55	9,08	10,65	340,50	18,60	10,95	1726,5

Ad I. In der ersten Tabelle ist die Zusammensetzung eines mit etwa 20 % fetthaltigen Sojamehls hergestellten Brotes angegeben, wie es in dem vom Verfasser durchgeführten Ernährungsversuch zur Verwendung gelangte.

Ad II. In der zweiten Tabelle werden 905 g Normalbrot aus Roggenmehl gewöhnlicher Ausmahlung mit der gleichen Menge ölfreien Sojabrotes nach Rubner (104) verglichen.

Ad III. Die dritte Tabelle stellt (nach R. O. Neumann, 1. c.)

a) 750 g Mischbrot aus 60 % Roggen- und 40 % Weizenmehl (beides zu 70 % ausgemahlen) der gleichen Menge Sojabrot gegenüber, das

b_1) 20 % entölten,

b_2) 20 % nichtentölten Sojamehl-Zusatz enthält.

Wie ersichtlich, steigt neben dem Eiweiß- und Fettgehalt auch der Aschegehalt des Brotes durch den Sojazusatz, wenn auch aus diesen Einzelbeispielen infolge ihrer diesbezüglichen Unterschiede keine typischen Zahlen herzuleiten sind. Bailey (1. c.) hat nun aus zahlreichen Proben von Sojabrot folgende Durchschnittswerte errechnet:

1. Sojabrot aus 20 % vollfettem Sojabohnenmehl und 80 % Auszugsmehl

Wasser	Asche	Rohfaser	Fett	Eiweiß	Kohlehydrate
39,95	0,89	0i59	4,91	11,40	41,27

2. Sojabrot aus 20 % fettarmem Sojabohnenmehl und 80 % Auszugsmehl

40,03	1,02	0,67	3,09	12,34	41,85

Gegenüber gewöhnlichem Weißbrot liegt somit der Aschegehalt um 150 %, der Eiweißgehalt um 40 % höher. Ein wesentlicher Unterschied beider Brote liegt in ihrem Vitamingehalt. Während in fettarmem Brot keine Vitamine nachweisbar waren, konnten im vollfetten Brot die Vitamine A und B nachgewiesen werden. Auch besitzt letzteres den außerordentlich hohen Lecithingehalt von 1—1,5 %, der dem entölten Brot fehlt.

Jones und Finks (117) fanden in Broten mit 20prozentigem fetthaltigen Sojabohnenmehlzusatz ebenfalls einen hohen Vitamin-B-Gehalt.

Bei dem erwähnten Alkalireichtum der Sojabohne (vgl. S. 13/14) wirkt sich auch im Brot der Sojazusatz im Sinne einer Entsäuerung aus, was namentlich für die therapeuthische Verwendung des Sojabrotes von Bedeutung ist.

Zugleich erleidet die Asche des Sojabrotes, wie R. O. Neumann (1. c.) feststellte, bei der Verdauung viel geringere Verluste als beim gewöhnlichen Brot.

Eine Herabsetzung gegenüber dem gewöhnlichen Brot zeigen die Kohlehydrate des Sojabrotes (von 50—55 % auf 41—42 %); auf die darauf begründete Verwendung des Sojabrotes in der Diabetesdiät wurde bereits hingewiesen (s. S. 12). Auch hier ist die Alkalinität eine häufig erwünschte Nebeneigenschaft des Sojabrotes (Acidosebekämpfung).

Die Ausnützung des Sojabohneneiweißes liegt nach R. O. Neumann (1. c.) um 80 %, nach Duccheschi (118) zwischen 82 und 84 %, nach Rubner (1. c.) sogar bei 93 %. Dabei ist das Proteingemisch im Sojabrot von höherer biologischer Wertigkeit als das von Weißbrot, wie Jones und Finks (1. c.), Wastl (119) u. a. gezeigt haben.

Wenn man schließlich die Eiweißausnutzung unserer einheimischen Leguminosen mit 70—80 % (Schall-Heisler 120), die des Roggens mit 65—75 %, des Weizens mit 75—88 % in Betracht zieht (R. O. Neumann 121), so liegen gegen den Ersatz von animalischem Eiweiß durch das Eiweiß des Sojabrotes vom ernährungsphysiologischen Standpunkt keinerlei Bedenken vor.

Das Gleiche gilt auch für die Beimischungen von Sojamehl zu den anderen schon genannten Nahrungsmitteln wie Teig- und Wurstwaren, Suppen, Tunken usw. Damit wäre die Eignung des Sojabohnenmehls zur Verwendung in der europäischen Kost, was die ernährungsphysiologische Seite betrifft, zunächst theoretisch nicht zu bestreiten.

Für die praktische Einführung muß jedoch als ebenso wichtig auch die ernährungspsychologische Seite ihre Berücksichtigung finden.

Einen Aufschluß in dieser Hinsicht kann man aber nur durch Versuche am Menschen mit einer entsprechend modifizierten Kost erhalten. Unter diesem Gesichtspunkt durchgeführte Versuche mit Sojabohnenmehl sind bisher in dem sonst so reichen Schrifttum über die Sojabohne nicht zu verzeichnen, — eine Lücke, zu deren Schließung vorliegende Arbeit beitragen soll.

II. Experimenteller Teil

Ich komme damit zu meinem eigenen

Ernährungsversuch.

Seine Absicht war, wie einleitend erwähnt, die bisher fehlenden Unterlagen zur Beantwortung folgender Grundfragen zu erbringen:

1. Inwieweit ist es möglich Sojabohnenmehl in unsere gewohnte Kost einzubauen und auf diese Weise an anderen Eiweißträgern zu sparen?
2. In welcher Form hat dieser Ersatz am zweckmäßigsten zu geschehen?

Nach den obigen Ausführungen über das Sojabohnenmehl, insbesondere über die nach dem Dämpfverfahren hergestellten nichtentölten Mehlsorten, konnte über die zur Durchführung des Versuches zu wählende zweckmäßigste Form der Sojazubereitung kein Zweifel herrschen: ich wählte daher ein nichtentöltes, nach einem der Dämpfungsverfahren gewonnenes Sojamehl. Seine geschilderten küchentechnischen und geschmacklichen Eigenschaften boten eine Gewähr dafür, daß es in unauffälliger Form einer großen Zahl von Speisen des alltäglichen Küchenzettels zugesetzt werden konnte, ohne daß die Kost (abgesehen von der gewollten Einschränkung der animalischen Eiweißträger) im mindesten ihren gewohnten Charakter zu verlieren brauchte und somit auch in ernährungspsychologischer Hinsicht einwandfrei blieb. Die Gewähr für einen vollwertigen Ersatz der eingesparten Eiweißträger durch das Sojamehl war aus seiner biologischen Wertigkeit, seiner nahrungschemischen Zusammensetzung und nicht zuletzt aus der Analyse der ostasiatischen Ernährung herzuleiten.

Der Versuch wurde in einem „Sojapraktikum" durchgeführt, einer Volksküche, die Speisen mit Sojamehlzusatz im Großen herstellte und ausgab. Ich schaltete mich und die drei anderen Versuchspersonen auf Grund eines eigens aufgestellten Ernährungsplans in die Speisungen des Praktikums ein, kontrollierte die Zubereitung aller für den Versuch herzustellenden Speisen und verteilte sie selbst unter die Versuchspersonen.

Diese waren vier gesunde männliche Personen zwischen 23 und 28 Jahren — unter ihnen der Verfasser —, deren tägliche Muskelarbeit als mittelgroß bis gering anzusprechen und deren bisherige Ernährung eine mittelkräftige Berliner Hausmannskost gewesen war. Näheres hierüber zeigt die folgende Charakteristik der Versuchspersonen:

1. *W. S.*, 28 Jahre; 169 cm; 61,2 kg;
   früher Hilfsarbeiter in Buchbinderei, jetzt arbeitslos; stets gesund gewesen; betreibt Wandern und Schwimmen.
   Bisherige Ernährung: ausreichend; viel Milch, auch Sahne; viel Butter, Fleisch, Wurst, Alkohol und Nikotin 0.
   Stat. praes.: gedrungen, gute Muskulatur, frisches Aussehen; innere Organe o. B.
   Arbeit während der Versuchszeit: Täglich 3 Stunden unterwegs (Fahrrad), 2 Stunden als Aushelfer bei Möbeltransporten.

2. *M. K.*, 26 Jahre; 176 cm; 57,9 kg;
   appr. Arzt, z. Z. wissenschaftlich tätig. Als Kind Masern, Scharlach, Windpocken, Otit. med., Rachenpolypen (operiert), Icter. infect., Malaria (ohne Rezidive); später häufig Anginen; sonst gesund; treibt leichte Gymnastik; mäßig Radfahren.
   Bisherige Ernährung: Gemischte Kost, Fleisch mäßig, viel Gemüse; Alkohol fast 0; Zigaretten 5—8 pro die.
   Stat. praes.: asthenischer Habitus, Fettpolster sehr gering; leicht dilatiertes Cor; vergrößerte Tonsillen.
   Arbeit während der Versuchszeit: Täglich etwa 2 Stunden Besorgungen zu Fuß in der Stadt; 2—3 Stunden wissenschaftlicher Unterricht, Bibliotheksdienst, 4—5 Stunden Laboratoriumsarbeit.

3. *K. S.*, 25 Jahre; 172 cm; 54 kg;
früher Bauarbeiter, zuletzt vorübergehend Kohlenträger; arbeitslos. Vor 4 Jahren Gelenkrheumatismus; jetzt Bronchitis, die tbc-verdächtig, da ein Bruder lungenkrank. Sport 0.

Bisherige Ernährung: Gemischte Kost; mäßig Wurst, häufig Käse, Bücklinge. Zeitweise knapp gegessen. Alkohol 0; 5 Zigaretten pro die.

Stat. praes.: Asthenisch-athlet. Habitus. Ausreichendes Fettpolster, mittelkräftige Muskulatur; Bronchitis (Tbc?).
Arbeit während der Versuchszeit: Täglich etwa 4 Stunden zu Fuß durch die Stadt, sonst keine Beschäftigung.

4. *V. O.*, 23 Jahre; 182 cm; 66,6 kg;
früher Theaterplastiker, z. Z. Kunstgewerbeschüler; als Kind selten krank, später Malaria tertiana, ohne Rezidive; treibt keinerlei Sport.

Bisherige Ernährung: früher schon unregelmäßig, teils nur von Brot gelebt, teils gehungert — Flüchtling aus der UdSSR. —; seit einem Jahre normale berliner gemischte Kost. Starker Raucher; Alkohol jetzt 0, früher ++.

Stat. praes.: Kräftiger Knochenbau, gute Muskulatur, geringes Fettpolster, Haut graugelblich, Schleimhäute mäßig durchblutet. Sonst kein krankhafter Befund. Rasse: reinblütiger Armenier.
Arbeit während der Versuchszeit: 3—4 Stunden zu Fuß durch die Stadt, 4—5 Stunden Zeichnen und Lesen.

Diese vier Personen hatten sich verpflichtet, mehrere Wochen lang nur diejenigen Speisen zu genießen, die ihnen auf Grund des aufgestellten Planes vom Praktikum zugeteilt wurden.

Dem eigentlichen Versuch ging ein dreitägiger Orientierungsversuch voraus, durch den sich alle Beteiligten davon überzeugten, daß die Speisen des Praktikums wohlschmeckend und sättigend waren und daß der allen geläufige Charakter der Kost („Berliner Hausmannskost") durchaus gewahrt war.

Der Ernährungsversuch selbst begann mit dem 18. Februar und dauerte bis zum 23. März, also 35 Tage = 5 Wochen.

Der für den Versuch zusammengestellte Speisezettel sah pro Tag und Person folgende Nahrungsmengen vor:

I. Morgens:

1. Suppe aus 20,0 g Sojamehl
   und 40,0 g Cerealien
   (abwechselnd Roggen- oder Weizenmehl oder Haferflocken — vgl. S. 40),
2. etwa ¼ Scheibe = 9,5 g Sojabrot.

II. Zweites Frühstück:

1. 1½ Scheiben . . . . 54,0 g Sojabrot
2. Marmelade. . . . . 20,0 g
3. „Soja-Wurst". . . . . 50,0 g
4. Kaffee mit. . . . . 10,0 g Zucker.

III. Mittags:

Mittagsmahlzeit des Praktikums
(über Zusammensetzung usw. s. S. 42).

IV. Nachmittags:

1. 1 Scheibe . . . . . 36,0 g Sojabrot
2. Marmelade. . . . . 40,0 g
3. Tee mit . . . . . 10,0 g Zucker.

V. Abends:

1. 2½ Scheiben . . . . 90,0 g Sojabrot
2. Margarine . . . . . 25,0 g
3. „Soja-Wurst". . . . . 85,0 g
4. 2 Tassen Kakao . . . 20,0 g
5. Zucker zum Kakao . . 30,0 g

Von den genannten Speisen wurde nur das Mittagessen gemeinsam im Praktikum, d. h. in meinem Beisein, verzehrt. Die übrigen Speisen verteilte ich bei dieser Gelegenheit von Tag zu Tag an die Versuchspersonen zum Verzehr zu Hause, auf der Arbeit usw. Eine restlose Kontrolle über die strickte Einhaltung der Versuchsbedingungen war daher nicht möglich. Von mir selbst und dem bei

mir wohnenden V. O. kann ich eine vollständige Innehaltung der Bedingungen verbürgen. Doch habe ich die Gewißheit, daß auch von den beiden anderen Versuchspersonen unser Ernährungsplan ohne gröbere Abweichungen eingehalten worden ist.

Zur Herstellung der sojamehlhaltigen Speisen sei bemerkt:

1. Das „Sojabrot" wurde von einer Bäckerei geliefert, die bei der Herstellung soviel Sojamehl dem üblichen Brotteig beimengte, daß in einhundert Teilen fertigen Brotes 19 Teile Sojamehl enthalten waren. Bei einem von mir selbst festgestellten Durchschnittsgewicht des gelieferten Brotes von 1080 g enthielt demnach das ganze Brot etwa 205 g und eine mittlere Scheibe von 36 g 6—7 g Sojamehl. Der Geschmack dieses Brotes war ausgezeichnet, und es schmeckte allen Versuchsteilnehmern auch nach 5 Wochen ebenso gut wie am Anfange des Versuches.

Es wurde daher von niemand als „Strafe" empfunden, daß während der Versuchszeit auf Weißbrot, Kuchen usw. verzichtet werden mußte, trotzdem fast alle Versuchsteilnehmer zumindest an die täglichen „Morgenschrippen" gewöhnt waren. Besonders fielen allen Versuchsteilnehmern noch folgende Eigenschaften des „Sojabrotes" auf:

a) Das Sojabrot schmeckte auch ohne Belag so, als wäre es eine richtige „geschmierte Stulle".

b) Man konnte Sojabrotscheiben mehrere Tage, ja Wochen, offen an der Luft liegen lassen, ohne daß das Brot altbacken wurde (vgl. auch S. 30).

Da die Tagesmenge laut vorstehendem Plan sich auf 5¼ Scheiben = 180—200 g belief, so betrug die tägliche Sojamehlaufnahme allein aus dem Sojabrot 36 g pro Kopf. Das Brot lieferte demnach pro Tag und Person an

Sojaeiweiß 15,1 g

(= rund 79 % des Gesamtbroteiweißes).

Berechnung:

100 g Sojabrot enthalten:

a) 53 g 70 % Roggenmehl,

b) 19 g Sojamehl.

	Eiweiß	Fett	Kh.	Kalorien
a)	2,12	0,58	40,28	164,3
b)	7,98	3,8	5,13	87,4
100 g Sojabrot . .	10,10	4,38	45,51	251,7
189,5 g Sojabrot = 5¼ Scheiben = Tagesration . .	19,14	8,3	86,24	476,97

2. Die im Plan vorgesehene „Sojawurst" stellten die Versuchspersonen nach folgendem Rezept her:

a) 2 Eßlöffel Sojamehl werden mit der doppelten Menge kalten Wassers unter Zusatz von Curry oder Paprika gut verrührt,

b) zu einem steifen Brei verkocht, wobei etwa die Hälfte des Wassers abdampft;

c) dieser Brei wird mit 85 g aus Darm genommener Blutwurst der geringsten Sorte vermengt. Es resultiert ein an Fett und Kohlehydraten — damit auch an Kalorien — angereicherter Brotaufstrich von angenehmem Geschmack, die „Sojawurst", von folgender Zusammensetzung:

	Eiweiß	Fett	Kh.	Kalorien
85 g Blutwurst . . .	17,0	0,85	—	76,5
24 g Sojamehl . . .	10,08	4,8	6,48	110,4
26 g Wasser	—	—	—	—
135 g Sojawurst . . .	27,08	5,65	6,65	186,9

Die Sojawurst lieferte demnach pro Tag und Person

10,1 g an Sojaeiweiß,

was rund 37 % von dem Gesamteiweißgehalt der Sojawurst entspricht.

3. Die Sojamorgensuppe stellten ebenfalls die Versuchspersonen meist selbst her, und zwar durch einfaches Verrühren des

Cerealien-Sojamehl-Gemisches mit Wasser und darauffolgendes Aufkochen. Als Cerealien werden abwechselnd verwendet je 40 g

Roggenmehl (70prozentig),
Weizenmehl (Semmelmehl),
Haferflocken oder
Weizenschrotmehl (94prozentig).

Die auf 100 g bezogenen Werte hierfür sind:

	Eiweiß	Fett	Kh.	Kalorien
Roggenmehl	4,0	1,1	76,0	310,0
Semmelmehl	10,0	1,5	71,0	305,0
Haferflocken	12,0	6,7	65,0	360,0
Weizenschrotmehl . .	8,0	1,9	68,0	288,0
Im Durchschnitt ist daher für „Cerealien" zu setzen .	8,5	2,8	70,0	315,0
und für die Morgensuppe	11,8	5,1	33,4	218,0

In der Morgensuppe vertritt demnach das Sojamehl rund 71 % des Eiweißgehaltes und liefert pro Tag und Person

8,4 g Sojaeiweiß.

4. Der Zusatz von Sojamehl zu den Mittagsmahlzeiten geschah in der verschiedensten Weise: entweder wurde Sojamehl wie gewöhnliches Mehl, oft gemischt mit diesem, bei Gemüse zur Schwitze, ferner zur Tunke und zum Panieren von Fleisch und Fisch verwendet, oder das Praktikum verfuhr nach besonderen von ihm erprobten Rezepten.

Jedenfalls betrug der Sojagehalt einer Mittagsmahlzeit im Durchschnitt 40 g, wobei von Fall zu Fall bis auf 50 g herauf- und auf 25 g heruntergegangen wurde, je nach dem Eiweißgehalt der übrigen Nahrungsbestandteile der Mahlzeit, da der durchschnittliche Gesamteiweißgehalt des Mittagessens selbst nicht über 40 liegen sollte. Als Beispiele seien folgende 6 Mahlzeiten herausgenommen, die besonders typisch sind, um einen Durchschnitt daraus zu errechnen:

1. Graupensuppe,
   Kartoffelbrei und Bouletten;
2. Reisbrei mit Backobst,
   2 Tassen Kakao;
3. Erbsensuppe mit Speck;
4. Restersuppe,
   Frikadellen mit Salzkartoffeln;
5. Grünkernsuppe,
   Fisch mit Pellkartoffeln;
6. Kohlrüben mit Kartoffeln und Rindfleisch.

Die in diesen Mahlzeiten enthaltenen Nährstoffe waren folgende:

1. Mittagsmahlzeit:

a) Graupen	30,0 g
b) Kartoffeln	500,0 g
c) Fleisch, mager	70,0 g
d) Fett	40,0 g
e) Sojamehl	40,0 g

2. Mittagsmahlzeit:

a) Reis	100,0 g
b) Backobst	50,0 g
c) Fett	35,0 g
d) Zucker	30,0 g
e) Kakao	10,0 g
f) Sojamehl	50,0 g

3. Mittagsmahlzeit:

a) Erbsen	150,0 g
b) Kartoffeln	200,0 g
c) Speck	60,0 g
d) Sojamehl	25,0 g

4. Mittagsmahlzeit:

a) Erbsen, Rest	50,0 g
b) Kartoffeln	500,0 g
c) Fett	25,0 g
d) Fleisch, mager	70,0 g
e) Sojamehl	45,0 g

5. Mittagsmahlzeit:

a) Grünkern	65,0 g
b) Kartoffeln	500,0 g
c) Fisch	200,0 g
d) Fett	25,0 g
e) Sojamehl	30,0 g

6. Mittagsmahlzeit:

a) Kohlrüben	300,0 g
b) Kartoffeln	300,0 g
c) Mehl	20,0 g
d) Fleisch, fett	70,0 g
e) Sojamehl	50,0 g

Hierfür gibt die nahrungschemische Berechnung folgende Werte:

1. Mittagsmahlzeit:

	Eiweiß	Fett	Kh.	Kalorien
a)	2,40	0,60	21,90	90,0
b)	5,00	—	105,00	350,0
c)	14,70	1,40	—	72,1
d)	0,20	33,20	0,20	308,0
e)	16,80	8,00	10,80	184,0
	39,10	43,20	137,90	1004,1

2. Mittagsmahlzeit:

	Eiweiß	Fett	Kh.	Kalorien
a)	6,5	0,50	77,00	340,0
b)	—	—	30,00	100,0
c)	0,175	29,05	0,175	269,5
d)	—	—	29,97	117,0
e)	1,80	1,30	4,10	36,0
f)	21,00	10,0	13,50	230,0
	29,475	40,85	154,745	1092,5

3. Mittagsmahlzeit:

	Eiweiß	Fett	Kh.	Kalorien
a)	24,00	3,0	78,00	450,0
b)	2,00	—	42,00	140,0
c)	7,80	30,60	—	306,0
d)	10,50	5,0	6,75	115,0
	44,30	38,60	126,75	1011,0

4. Mittagsmahlzeit:

	Eiweiß	Fett	Kh.	Kalorien
a)	8,0	1,0	26,0	150,0
b)	5,0	—	105,0	350,0
c)	0,125	20,75	0,125	192,5
d)	14,70	1,40	—	72,1
e)	18,90	9,00	12,15	207,0
	46,725	32,15	143,275	971,6

5. Mittagsmahlzeit:

	Eiweiß	Fett	Kh.	Kalorien
a)	3,90	1,235	49,40	214,5
b)	5,00	—	105,0	350,0
c)	14,00	0,60	—	60,0
d)	0,125	20,75	0,125	192,5
e)	12,60	6,0	8,10	138,0
	35,625	28,585	162,625	955,0

6. Mittagsmahlzeit:

	Eiweiß	Fett	Kh.	Kalorien
a)	1,20	—	21,00	84,0
b)	3,00	—	63,00	210,0
c)	2,00	0,30	14,20	61,0
d)	12,60	17,50	—	210,0
e)	21,00	10,00	13,50	230,0
	39,8	27,8	111,7	795,0

Der *Durchschnitt* ergibt sich aus der folgenden Tabelle:

	Eiweiß	Fett	Kh.	Kalorien	Sojagehalt
Mittagsmahlzeit 1:	39,10	43,20	137,90	1004,1	40,0
Mittagsmahlzeit 2:	29,47	40,85	154,74	1092,5	50,0
Mittagsmahlzeit 3:	44,30	38,60	126,75	1011,0	25,0
Mittagsmahlzeit 4:	46,72	32,15	143,27	971,6	45,0
Mittagsmahlzeit 5:	35,62	28,58	162,62	955,0	30,0
Mittagsmahlzeit 6:	39,80	27,80	111,70	795,0	50,0
Durchschnitt:	39,17	35,19	139,5	971,53	40,0

An den Mittagsmahlzeiten war somit Sojamehl durchschnittlich mit 40 g, d. h. mit 16,8 g Sojaeiweiß beteiligt (42,9 % Gesamteiweiß des Mittagessens).

Zusammenfassend kann demnach die Gruppe der sojamehlhaltigen Speisen des Ernährungsplanes durch folgende Tabelle charakterisiert werden:

	Eiweiß	Fett	Kh.	Kalorien	Sojagehalt
1. „Sojabrot“:	19,14	8,30	86,24	476,97	36,0
2. „Sojawurst“:	27,0	5,65	6,48	186,9	24,0
3. Morgensuppe:	11,8	5,1	33,40	218,0	20,0
4. Mittagsmahlzeit:	39,17	35,19	139,50	971,53	40,0
zusammen:	97,11	54,24	265,62	1853,40	120,0

Die *pro Tag und Person* verzehrte *Sojamehl*menge beträgt demnach *120* g, was einem *Eiweißgehalt* von 50,4 g entspricht.

Wenden wir uns nun den restlichen — sojafreien — Speisen des Ernährungsplanes zu.

Es wurden verzehrt an

Margarine

zum zweiten Frühstück . . .	20,0 g
zum Abendbrot	25,0 g
pro Tag und Person	45,0 g

Zucker

zum Frühstückskaffee . . .	10,0 g
zum Nachmittagskaffee . . .	10,0 g
zum Kakao abends	30,0 g
pro Tag und Person	50,0 g

Marmelade

zum Nachmittagskaffee . . .	40,0 g

Kakao

zum Abendbrot	20,0 g

Hierfür sind folgende Werte zu setzen:

		Eiweiß	Fett	Kh.	Kalorien
Margarine .	45,0	0,225	37,35	0,225	346,5
Zucker . . .	50,0	—	—	49,95	195,0
Marmelade .	40,0	—	—	24,40	95,0
Kakao . . .	20,0	3,60	2,60	8,20	72,0
zusammen:		3,825	39,95	82,775	708,5

Stellen wir nun die für die Gruppe der sojahaltigen Speisen und die für die sojafreie Gruppe gewonnenen Werte zusammen, so ergibt sich die Gesamtnahrungsaufnahme pro Tag und Person in ihrer Zusammensetzung:

	Eiweiß	Fett	Kh.	Kalorien
Sojamehlhaltig . .	97,11	54,24	265,62	1853,4
Sojamehlfrei . . .	3,82	39,95	82,77	708,5
Gesamtnahrung pro Tag und Person .	*100,93*	*94,19*	*348,39*	*2561,9*

Die in dieser Gesamtnahrung einbegriffenen 120 g Sojamehl enthalten:

Eiweiß	Fett	Kh.	Kalorien
50,0	24,0	29,4	552,0

Daraus ergibt sich, daß vom Gesamtnahrungsbedarf des Tages rund

Tatsache, daß das Sojamehl trotz des hohen Anteils an der Gesamtnahrung in so unauffälliger Weise den Speisen zugesetzt werden konnte, daß der normale Charakter der Kost kaum dadurch verändert worden ist. Überdies wurde von allen Beteiligten übereinstimmend die Kost als bekömmlich und schmackhaft bezeichnet, und keine der Versuchspersonen hätte etwas besonderes darin gesehen, diese Art der Ernährung nun etwa für immer beizubehalten. Zwei der Versuchspersonen, darunter der Verfasser, haben den Versuch noch mehrere Wochen weitergeführt, ohne daß obiges Urteil eine Änderung erfahren hätte. Man kann also ohne Übertreibung sagen, daß das subjektive Ergebnis des Ernährungsversuches — seine ernährungspsychologische Seite — durchaus als befriedigend zu bezeichnen ist. Dieser subjektive Erfolg wird objektiv ergänzt durch eine nicht unbeträchtliche Zunahme des Körpergewichts bei allen Versuchspersonen. Die wöchentlich durchgeführte Gewichtskontrolle ergab folgende Werte:

Das Gewicht der Versuchspersonen betrug:

	W. S. kg	M. K. kg	K. S. kg	V. D. kg
vor Versuchsbeginn .	61,2	57,9	54,0	66,5
nach der ersten Versuchswoche . . .	62,15	58,65	55,2	68,5
nach der zweiten Versuchswoche . . .	62,0	58,6	56,1	71,35
nach der dritten Versuchswoche . . .	63,2	58,8	56,95	70,9
nach der vierten Versuchswoche . . .	63,25	58,6	57,1	70,5
nach der fünften Versuchswoche . . .	63,0	59,6	57,1	71,25

Es hatten somit nach 5 Wochen an Gewicht zugenommen:
W. S. 1,80 kg, M. K. 1,70 kg, K. S. 3,10 kg, V. O. 4,75 kg.

Auch die Kontrolle der im Plan eingesetzten nahrungschemischen und kalorischen Werte fiel befriedigend aus. Ich konnte mich um so mehr auf die wenigen Stichproben beschränken, als die laufende

50 % Eiweiß
25 % Fett
8 % Kohlehydrate
21,5% Kalorien

aus Sojamehl gedeckt worden sind.

Dieser hohe Anteil, besonders des Eiweißes, muß deswegen unterstrichen werden, weil alle Versuchspersonen fünf Wochen lang diese eingreifende Änderung der gewohnten Kost anstandslos vertragen haben, woraus die Folgerungen noch zu ziehen sein werden. Auf eins soll aber sogleich hingewiesen werden: Die gute Verträglichkeit der Versuchskost beruht in erster Linie auf der Überwachung der Herstellung der Speisen des Praktikums in meinen Händen lag, so daß ich mich von der genauen Einhaltung der Planzahlen täglich überzeugte.

Die Kontrolle

Für die Laboratoriumsuntersuchungen wählte ich folgende Methoden:

1. den Nachweis des Eiweißes nach Kjeldahl,
2. Trockenbestimmungen zum Nachweis des Wassergehalts der Speisen,
3. Verbrennungen in der Mahler - Berthelot'schen Bombe zur Kalorienbestimmung.

Diese drei Methoden wurden jeweils auf drei willkürlich ausgewählte Mittagsmahlzeiten angewandt, und zwar auf

Grünkernsuppe . . . . . M 1
Klops und „Eierkuchen" aus Soja
Bohnensuppe mit Speck . . . . . M 2
Sojasuppe . . . . . M 3
Kartoffelbrei und Schweinefleisch

sowie auf

das „Sojabrot" . . . . . S B
das Sojamehl selbst . . . . . S M.

Folgende Tabelle zeigt die erhaltenen Werte:

	Frische Substanz (A)	Trockene Substanz (B)	Wasser-gehalt	Eiweißgehalt		Kalorien auf 1 g	
				in B	in A	von B	in A
	g	g	%	%	g	Kalorien	
M 1	908,0	182,6	79,9	15,4	28,2	5,56	1016
M 2	750,0	293,4	60,9	7,9	23,1	5,15	1510
M 3	1104,0	232,6	78,9	15,2	35,3	4,84	1125
S B	243,5	161,4	33,7	15,6	—	4,36	—
S M	5,0	4,664	6,73	45,2	—	6,12	—

Wenden wir uns zunächst der Besprechung der Werte für das Sojamehl zu, für das folgendes Analyseergebnis aus dem Hauptgesundheitsamt der Stadt Berlin vorliegt:

ÄußereBeschaffenheit . .	gelbliches Mehl
Geschmack	süßlich
Feuchtigkeit	5,65 %
Mineralbestandteile . . .	5,25 %
Fett	21,50 %
Eiweiß	41,10 %
Rohfaser	1,80 %
Kohlehydrate	24,70 %
Stärke	Spuren
Lecithinphosphorsäure . .	0,15 %

Das HGA. gibt also an Feuchtigkeit 5,65 % gegenüber dem von mir gefundenen Wert von 6,73 % an. Der Unterschied ist nicht groß und erklärt sich zwanglos aus der verschiedenen Ernte und Aufbewahrung. An Eiweiß findet das HGA. 41,1 %, während die Umrechnung auf frische Substanz bei meinen Analysen 42,1 % ergibt; auch hier ist die Differenz gering und wohl ebenso zu erklären wie bei der Feuchtigkeit; jedenfalls kann die in meinen Tabellen geführte Zahl 42,0 % für den Eiweißgehalt des Sojamehls als gesichert betrachtet werden. Was nun den Kaloriengehalt angeht, so errechnet sich dieser aus meinen Analysen auf frische Substanz unter Zugrundelegung der verschiedenen Werte für die Eiweißverbrennung im Kalorimeter und im menschlichen Körper

zu 450 bis 500 Kalorien pro 100 g Sojamehl, so daß der in den Tabellen geführte Wert von 460 Kalorien als im Organismus verwertbare Größe eher zu niedrig als zu hoch gewählt erscheint.

Für das

Sojabrot

führt die Tabelle den theoretisch (S. 39) errechneten Wert von 10,1 % Eiweißgehalt, während eine Umrechnung unserer Analysenreihe 10,0 % ergibt, — eine gleichfalls gute Übereinstimmung. — Dasselbe zeigt die Gegenüberstellung der Kalorienwerte: die Zahl der verwertbaren Kalorien ist in der Tabelle mit 251,7 angegeben, und aus den Werten der direkten Verbrennung errechnet man 264 Kalorien.

Die drei

Mittagsmahlzeiten

können nicht in der gleichen Weise ausgerechnet werden, um sie zu vergleichen, da durch die Vorgänge und Hantierungen beim Zubereiten, Kochen usw. unberechenbare Veränderungen geschaffen werden. Hier konnte sich die Kontrolle auf die Feststellung beschränken, ob ungefähr so viel an Eiweiß und Kalorien aufgenommen wurde, wie in der oben angegebenen Durchschnittsberechnung für die Mittagsmahlzeiten ermittelt worden war. Hiernach sollten 39—40 g Eiweiß und etwa 970 Kalorien pro Tag durchschnittlich in einer Mittagsmahlzeit enthalten sein. Nach den obigen Analysen lagen die Eiweißwerte der drei Stichproben um 28 % bzw. 40 % bzw. 9 % zu niedrig, was sich aus folgender Tatsache erklärt: Im Gegensatz zu den übrigen Mahlzeiten wurde das Mittagessen den Versuchspersonen nicht zugeteilt, sondern jeder erhielt von den im Großen in der Volksküche des Praktikums hergestellten Speisen soviel als seinem Appetit entsprach. Dabei ergaben sich erhebliche Unterschiede bei den Versuchspersonen in Bezug auf die Mengen, die sie von diesen oder jenen Speisen, ihrer Neigung folgend, verzehrten. Die Festsetzung einer „Normalportion“ bei der Entnahme der Stichproben war daher nicht mög-

lich, vielmehr wurde das verzehrte Minimum den Analysen zu Grunde gelegt, so daß die obigen Abweichungen von den theoretisch errechneten Durchschnittswerten nicht verwunderlich sind; auch bei der Kontrolle der Kalorien muß eine Berichtigung, und zwar in umgekehrter Richtung, stattfinden. Hier fielen die Kontrollwerte in zwei Fällen, trotz Berücksichtigung des physiologischen Wertes für die Eiweißverbrennung, zu hoch aus — 34 % bzw. 9 %, während der dritte Wert mit dem theoretischen fast identisch war. Kürzt man nun, wie üblich, um die im Organismus verwertbaren Kalorien zu erhalten, die Kontrollwerte 972, 1474, 1069 um 15 bis 20 %, so erhält man im Durchschnitt einen Wert, der nur knapp unter dem theoretischen liegt — 966 —. Auch hier kann man also die Übereinstimmung als genügend ansehen.

Ergebnisse des Versuchs:

Die von vier Personen über fünf Wochen genossene Kost war eine normale, durch Verwendung von Sojamehl modifizierte, in ihrem Charakter aber unveränderte Berliner Hausmannskost, bei deren Herstellung

1. weder Eier- noch Milchprodukte Verwendung fanden,
2. der Gehalt an Fleisch und Wurst eingeschränkt war,
3. das Bedürfnis nach Brot- und sonstiger Backware allein durch Sojabrot befriedigt wurde.

Der Sojamehlzusatz verteilte sich

zu 33,3 % auf die Mittagsmahlzeiten,
zu 30,0 % auf das Brot,
zu 20,0 % auf die Wurst und
zu 16,0 % auf die Morgensuppe.

Die Gesamtmenge des Sojamehls betrug pro Tag und Person 120,0 g. Darin waren von den Gesamtnährstoffmengen eines Tages enthalten

50 % Eiweiß,
25 % Fett,
8 % Kohlehydrate.

Die Bekömmlichkeit der Versuchskost war subjektiv und objektiv eine gute, insbesondere zeigte sie, auch auf die Dauer genossen, keinerlei „Experimentalcharakter", sondern war sowohl vom ernährungsphysiologischen als vom ernährungspsychologischen Standpunkt als normale Kost zu bezeichnen.

Die Kontrolle der nahrungschemischen und kalorischen Tabellenwerte durch Stichproben ergab genügende Übereinstimmung.

III. Schlußfolgerungen

Diese Ergebnisse des Ernährungsversuchs in Verbindung mit den im ersten Teil dieser Arbeit gewonnenen Feststellungen geben folgende Grundlagen zur Beantwortung der beiden Seite 35 gestellten Fragen:

1. Bei einem Versuch, die Sojabohne als Volksnahrungsmittel in die europäische Ernährung einzuführen, kommt als zweckmäßigste Form ein aus der Sojabohne gewonnenes M e h l in Frage. Das Ausgangsprodukt für die Darstellung des Mehls muß die r o h e B o h n e selbst, nicht aber eines der Abfallprodukte der sojaverarbeitenden Industrie sein. Nur ein solches Produkt gewährleistet die bestmögliche Ausnützung der in der Sojabohne enthaltenen Nährstoffe, Salze, Vitamine und des Lecithingehalts.

Zur Gewinnung eines hochwertigen Mehls sind nach dem heutigen Stande der Technik nur die Methoden geeignet, die der Gruppe D ä m p f - oder Trocken e r h i t z u n g s v e r f a h r e n angehören.

2. Mit einem nach diesen Gesichtspunkten gewonnenen Sojamehl läßt sich längere Zeit die Hälfte des Eiweißgehalts einer europäischen Normalkost decken, ohne daß die Kost dadurch ihren gewöhnlichen Charakter verliert.

Da die Bekömmlichkeit dieser Kost durch den Versuch voll erwiesen ist, kann angenommen werden, daß sie auch als Dauerkost geeignet sein wird, die Hälfte der üblichen Eiweißträger unserer Nahrung zu ersetzen.

IV. Schrifttum-Verzeichnis

1) Kaempfer, Engelbert:
„Amoenitatum exoticarum politico — physico — medicarum", Seite 837, Lemgo 1712.
2) Moench, Konrad:
„Methodus plant. horti botanici et agri", Marburg 1794.
3) De Candolle:
„Prodromus systematis naturalis", 1825, Bd. 2, S. 296.
4) Honcamp, F. I.:
Landwirtsch. Versuchs-Stat., 1910, 73, 241.
5) Haberlandt, Friedrich:
Landwirtsch. Versuchs-Stat., 1877, 20, 247—272.
6) Haberlandt, Friedrich:
„Die Sojabohne", Wien 1878, Verlag Carl Gerolds Sohn.
7) Ferrée, C. I.:
„The Soybean and the new soya flour", London 1929, bei Heinemann.
8) Honcamp, F. I.:
„Die Sojabohne u. ihre Verwertung", Tropenpflanzen, 1910.
9) Kempski:
„Die Sojabohne", Berlin 1923, bei Paul Parey.
10) Piper u. Morse:
„The Soybean", New York 1923, McGraw Hill.
11) Ziegelmeyer, W.:
„Rohstoffragen der deutschen Volksernährung", Verlag von Theodor Steinkopff, III. Aufl., 1939.
12) Horvath, A. A.:
„The Chinese Economic Monthley" 1926, September.
13) Harz, E. O.:
Landwirtsch. Vers.-Stat., 1910, Bd. 37.
14) Schneider, Adolf:
„Soja", 1929, Hansa-Mühle, Hamburg.
15) Fesca, M. I.:
„Die Sojabohne", Tropenpflanzen, 1898.
16) König:
„Chemische Zusammensetzung der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel", Berlin 1903, Bd. I, S. 595 ff.
17) Honcamp, F. I.:
Landwirtsch. Versuchs-Stat. 1910, 73, 261.
18) Zlataroff:
Fortschr. der Landwirtsch., 1926, Bd. I, Heft 17, S. 543.

19. Kaltschewa, D.:
Zeitschr. f. Untersuch. d. Lebensmittel, 1932, 64, 540.
20) Ruhräh, I. A.:
Arch. of Pediatr., 1911, 28, Nr. 1.
21) Meihsl u. Böker:
Monatshefte für Chemie, 1883, IV, 349.
22) Li-Yu-Ying u. Grandvoinnet:
„Le Soja", Paris 1912.
23) Rubner, Max:
Med. Welt, 1928, 1.
24) Simon:
Zeitschr. f. Ernährung, 1933, 3, 275.
25) Osborne, Th. B. u. Campbell, G. F.:
Chem. Soc., 1897, 20, 419.
26) Osborne, Th. B. u. Clapp, S. H.:
Amer. Journ. Physiol, 1906, 17, 231.
27) Willcock u. Hopkins:
Journ. of physiol., 1906, Bd. 35, S. 88.
28) Thomas:
Arch. f. Anat. u. Physiol. (Physiol. Abtlg.), 1909 u. 1910, Suppl.
29) Rubner, Max:
Arch. f. Anat. u. Physiol. (Physiol. Abtlg.), 1915 u. 1919.
30) Kapfhammer u. Habs:
Dtsch. med. Wochenschr., 1930, Nr. 28, S. 1168.
31) Becker, Christian:
Arch. f. Verdauungskrankheiten usw., 1934, Bd. 56, H. 5/6, 260.
32) Jones u. Watermann:
Americ. Journ. of Biol. Chem., 1921, 55, 455.
33) Preese u. Jones:
Zit. nach Hill u. Stewart.
Journ. americ. med. assoss., 1929, 93, Nr. 1.
34) Abderhalden:
Zeitschr. f. physiol. Chemie, 1902, 37, 495.
35) Osborne u. Mendel:
Journ. Biol. Chem., XX (1917), 351.
36) Daniel u. Nichols:
Journ. Biol. Chem., 1917, 91.
37) Abderhalden:
Arch. f. Physiol., 1919, 175, 187.
38) Hornemann, C.:
Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- und Genußmittel, 1925, Bd. 49.
39) Rose, M. S., Mac Leod u. Bisbey:
Proc. Soc. Exper. Biol. med., 1923, Bd. 21, 143.
40) Dieselb.
Journ. Biol. Chem., 1925, 66, 847.
41) Brüning:
Arch. Kind., 1931, 94, 81.

42) Mader:
Med. Welt, 1933, 43, 143.
43) Korentschewski u. A. Zimmermann:
Chemikerzeitung, 1905.
44) Fiehe:
Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußmittel, 1925, Bd. 49, S. 47.
45) Morse, W. J.:
Farmers Bull, 1932.
46) Honcamp, F. I.:
Landw. Vers. Stat., 1910, 267.
47) Schulze, E.:
Landw. Ver. Stat., Bd. 39.
48) Stingel u. Morawski:
Monatshefte f. Chemie, Bd. VII.
49) v. Noorden u. Lampé:
Therap. d. Gegenw., 1910, H. 4.
50) Neumann:
Zeitschr. physik. u. diäth. Ther., 1912, 3, 140.
51) Engling:
zit. nach Becker, Chr.,
Arch. f. Verdauungskr. usw., 1934, 56, 260.
52) Honcamp, F. I.:
Landw. Vers. Stat., 1926, 73, 721.
53) Campbell:
zit. nach Ferrée, C. I., l. c.
54) Bailey, L. H., Capen, G. R. u. Leclerc, I. A.:
Cereal Chemistry, 1936, Bd. 12, 5, 441.
55) Nuzum, Osborne u. Sausum:
Arch. int. Med., 1925, 35, 496.
56) Law, H. Drake:
„Food", 1936, 5, 55—57.
57) Nissen:
Med. Klin., 1931, Nr. 3.
58) v. Noorden u. Salomon:
Handb. d. Ernähr., I., 1920, Jul. Springer.
59) Szanto:
Therapie (ungar.), I., 1928.
60) Mader:
Klin. Woch., 1931, 51, 2346.
61) Mader:
Mon. f. Kind., 1932, 54, 220.
62) Schade, Neukirch u. Halpert:
Z. f. d. ges. exp. Med., 1921, 24, II.
63) Mayer, R. L.:
Klin. Woch., 1931, 12, 569.
64) Schellong, F.:
„Die Verwendung der Sojabohne in der Heilkost", Dresden 1935.

65) Levene, P. A., u. Rolf, I. P.:
Journ. Biol. Chem., 1925, L XII.
66) Freund, Jean:
Presse médicale, 1927, Nr. 6.
67) Schulze:
Zeitschr. phys. Ch., Bd. 12.
68) Riede u. Rewald:
Landw. Vers. Stat., 1930, 110, 291.
69) Schneider, Adolf:
zit. nach Ziegelmayer, W.: „Rohstoffragen der deutschen Volksernährung", 1937 (II. Aufl.), S. 107.
70) Rose, R. H.:
„Food", 1936, 5, 57, 344.
71) Rewald, Bruno:
„Soja", Hansamühle, Hamburg 1929, S. 57.
72) Rewald, Bruno:
Biochem. Zeitschr., 1928 u. 1929.
73) Röhmann (u. seine Schüler):
Pfluger Arch., 67, 382; 72, 75; 77, 1; 78, 402.
74) Cronheim u. Müller:
Zeitschr. f. phys. u. diät. Ther., Bd. VI, Heft 1.
75) Slowtzoff:
Hofmeisters Beiträge, 8, 370.
76) Cronheim:
Zeitschr. f. Phys. u. diät. Ther., Bd. XVI, Heft 5.
76a) Halden, W.:
„Fette und Seifen", 1939, 46, 53.
76b) Halden, W.:
Rundschau deutscher Technik, 1939, 19. Jhrg., Nr. 15.
77) Mc Collum, M. Simmonds u. W. Pitz:
Journ. Biol. Chem., 1917, 30, 13.
78) Scheunert:
Zeitschr. Unters. Lebensm., 1927, 54, H. 3.
79) Osborne u. Mendel:
Proc. soc. Exp. Biol. med., 1917, 14, 174.
80) Osborne u. Mendel:
Journ. Biol. Ch., 1917, 32, 369.
81) Abderhalden:
Arch. ges. Physiol., 1919, 175, 187.
82) Jansen u. Donath:
Meded v. d. Dienst de Volksgez.; Ned. Ind., 1924, 1, 46.
83) Scheunert, A. u. Schieblich, M.:
Tierernähr., 1935, 7, 198.
84) Hornemann, C.:
Zeitschr. Unters. Nahrungsm. usw., 1925, 49, 114.
85) Scheunert u. Richter:
Fortschr. Landw., 1928, H. 24.

86) Law, H. D.:
„Food", 1936, 5, 55—57.
87) Tso, E.:
Chin. journ. physiol., 1928, 2, 33; 1929, 3, 353.
89) Tso, Jee u. Chen:
Chin. journ. physiol., 1928, 2, 409.
90) Daniels u. Nichols:
Journ. biol. Chem., 1917, 32, 91.
91) Jones u. Finks:
Amer. jour. physiol., 1921, 55, 455.
92) Salmon:
Journ. Biol. Chem., 1927, 73, 483.
93) Parsons:
Lancet, 1927, 212, 5, 267.
94) Stocmann:
Journ. comp. path. a. therap., 1927, 40, 266.
95) Wilkinson u. Nelson:
Proc. soc. exper. Biol. med., 1930, 28, 244.
96) Lepski u. Tjamina:
Kasaner Med. Journ. (russ.), 1931, Nr. 9/10.
97) Brusa:
Atti d. Congr. pediatr. ital., 1928, 555.
98) Bischoff:
Monatsschr. Kinderh., 1932, Bd. 54.
99) Rominger:
Zeitschr. exp. Med., 1931, 78, 272.
100) Wagner:
„Chinesische Landwirtschaft", Paul Parey, Berlin.
101) Inaba:
„Über die Ernährung der Landarbeiter Japans", Tokio, 1911.
102) Oshima:
Bull. Dep. agric. (Office of exp. stat.), Bull. 159, 1010.
103) Yabe:
zit. nach Kempski (l. c.).
104) Senft, Em.:
Pharmaz. Praxis, 1906, Heft 22.
105) Gerlei:
Milchwirtsch. Zentr.-Bl., 1913, Heft 2.
106) Li-Yu-Ying:
zit. nach Ferrée (l. c., S. 53).
106a) Kupelwieser, E.:
Das Österreichische Gesundheitswesen, 1932, S. 198.
107) Kaltschewa, D.:
Zeitschr. Unters. Lebensm., 1932, 64, 540.
108) Mitchell, N. N.:
zit. nach Burlison, W. L., Industr. a. Engeneer. Chem., 1936, 28, 7.
109) Kestner u. Knipping:
„Die Ernährung des Menschen", III. Aufl., 1928.

110) Mayr, Robert:
zit. nach Ziegelmayer, „Rohstoffragen der deutschen Volksernährung", 1937, II. Aufl.
111) Villon, A. M.:
Revue internat. des falsifications, Bd. 7, S. 150.
112) Rubner, Max:
Med. Welt, 1928, Bd. 2, S. 47.
113) Neumann, M. P.:
Zeitschr. f. d. ges. Getreidewesen, 1914, Bd. 6, S. 119.
114) ders.:
Chem. Ztg. Rep., 1915, S. 105.
115) Gutachten des Reichsgesundheitsamts (v. 29. 10. 1921).
zit. bei Rob. Mayr „Soja", Hansa-Mühle, 1929, Hamburg, S. 19—20.
116) Rubner, Max:
Med. Welt, 1928, Nr. 1.
117) Jones u. Finks:
Amer. Jour. Physiol., 1921, 55, 455.
118) Duccheschi:
Chem. Zentr.-Bl., 1928, II., 115.
119) Wastl:
Wiener med. Woch., 1926, Nr. 41.
120) Schall-Heisler:
Nahrungsmitteltabelle (8. Aufl.), Leipzig 1927, bei Curt Kabitzsch.
121) Arbeiten a. d. Reichsgesundheitsamt, Bd. 57.

Inhalt

Seite

I. Das Schrifttum über die Sojabohne 3

Die Sojabohne als Kulturpflanze 5

Die Nährstoffe der Sojabohne 6

Die Sojabohne in der ostasiatischen Ernährung 18

Die Sojabohne in der europäischen Ernährung 22

II. Experimenteller Teil

Der Ernährungsversuch 35

Die Kontrolle 48

Ergebnisse des Versuchs 51

III. Schlußfolgerungen 53

IV. Schrifttum-Verzeichnis 55

Lebenslauf

Als Sohn des reichsdeutschen Kaufmanns Eduard Kannegiesser in Moskau, wurde ich, Max Eduard Ernst Kannegiesser, am 17. August 1905 in Zarizyno bei Moskau geboren. Nach einjährigem Besuch der deutsch-reformierten Schule in Moskau wurde unsere Familie 1915 aus Rußland ausgewiesen. In der Heimat besuchte ich das Hohenzollerngymnasium zu Berlin-Schöneberg, an dem ich 1924 die Reifeprüfung ablegte. Anschließend studierte ich an der Friedrich-Wilhelm-Universität zu Berlin bis zur Ablegung des medizinischen Staatsexamens am 13. Juli 1929. Nach meiner Bestallung am 15. September 1930 arbeitete ich zwei Jahre als Hilfsarzt auf inneren Abteilungen bei der Stadt Berlin und widmete mich daneben der Arbeit an meiner Dissertation, deren chemisch-praktischen Teil ich am Hygienischen Institut der Universität Berlin durchführte. Von April bis Oktober 1933 war ich Volontärassistent an der chirurgischen Universitäts-Poliklinik (Ziegelstraße) und anschließend vier Monate im FAD. tätig. Von März bis September 1934 führte ich Vertretungen auf dem Lande aus, um dann für ein Jahr als Assistent an das Hygienische Institut in Gelsenkirchen zu gehen.

Seit dem 18. Dezember 1934 bin ich verheiratet, seit dem 18. Dezember 1935 als praktischer Arzt in Muskau (Oberlausitz) niedergelassen. Am 27. August 1939 wurde ich als Unterarzt zum dortigen Reservelazarett eingezogen und mit dem 28. Dezember auf Wunsch an die Front versetzt. Ab 1. Januar 1940 stehe ich als Truppenarzt im Westen.

Westfront, 1. Februar 1940.

Max Kannegiesser.